

Industria 4.0

LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Luis Joyanes Aguilar



Industria 4.0

La cuarta revolución industrial

Luis Joyanes Agullar

Industria 4.0

La cuarta revolución industrial

Luis Joyanes Aguilar



Buenos Aires • Bogotá • Ciudad de México • Santiago de Chile

Director Editorial: Marcelo Grillo
Giannetto
Edición: Damián Fernández
Revisión de estilo: Alejandro Cruz
Ulloa
Diseño de la cubierta: Melina
Daffunchio

Datos catalográficos

Joyanes Aguilar, Luis
Industria 4.0. La cuarta revolución industrial
Primera Edición
Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México
ISBN: 978-607-622-942-2
Formato: 17 x 23 cm Páginas: 500

Industria 4.0. La cuarta revolución industrial

Luis Joyanes Aguilar

Derechos reservados © 2017 Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México

Primera edición: Alfaomega Grupo Editor, México, junio 2017

© 2017 Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.

Dr. Isidoro Olvera (Eje 2 sur) No. 74, Col. Doctores. C.P. 06720, Del. Cuauhtemoc. Ciudad de México.

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana
Registro No. 2317

Pág. Web: <http://www.alfaomega.com.mx>

E-mail: atencionalcliente@alfaomega.com.mx

ISBN: 978-607-622-942-2

Derechos reservados: Esta obra es propiedad intelectual de su autor y los derechos de publicación en lengua española han sido legalmente transferidos al editor. Prohibida su reproducción parcial o total por cualquier medio sin permiso por escrito del propietario de los derechos del copyright. d e s c a r g a d o e n : e y b o o k s . c o m

Nota importante: La información contenida en esta obra tiene un fin exclusivamente didáctico y, por lo tanto, no está previsto su aprovechamiento a nivel profesional o industrial. Las indicaciones técnicas y programas incluidos han sido elaborados con gran cuidado por el autor y reproducidos bajo estrictas normas de control. Alfaomega Grupo Editor Argentino S.A. no será jurídicamente responsable por: errores u omisiones; daños y perjuicios que se pudieran atribuir al uso de la información comprendida en este libro, ni por la utilización indebida que pudiera dársele. Los nombres comerciales que aparecen en este libro son marcas registradas de sus propietarios y se mencionan únicamente con fines didácticos, por lo que Alfaomega Grupo Editor Argentino S.A. no asume ninguna responsabilidad por el uso que se dé a esta información, ya que no infringe ningún derecho de registro de marca. Los datos de los ejemplos y pantallas son ficticios, a no ser que se especifique lo contrario.

Los hipervínculos a los que se hace referencia no necesariamente son administrados por la editorial, por lo que no somos responsables de sus contenidos o de su disponibilidad en línea.

Empresas del grupo:

Argentina: Alfaomega Grupo Editor Argentino, S. A.

Av. Córdoba 1215 Piso "10", Buenos Aires, Argentina, C.P. 1055

Tel.: (54-11) 4811-7183/0887

E-mail: ventas@alfaomegaeditor.com.ar

México: Alfaomega Grupo Editor, S. A. de C.V.

Dr. Isidoro Olvera (Eje 2 sur) No. 74, Col. Doctores. C.P. 06720, Del. Cuauhtemoc. Ciudad de México.

Tel.: (52-55) 5575-5022 - Fax: (52-55) 5575-2420 / 2490. Sin costo: 01-800-020-4396.

E-mail: atencionalcliente@alfaomega.com.mx

Colombia: Alfaomega Colombiana S. A.

Calle 62 N° 20-46, Bogotá, Colombia

Tel. (57-1)7460102 - Fax: (57-1) 2100415

E-mail: cliente@alfaomega.com.co

Chile: Alfaomega Grupo Editor, S. A.

Av. Providencia 1443, Oficina 24, Santiago de Chile, Chile

Tel.: (56-2) 235-4248/2947-5786 - Fax: (56-2) 235-5786

E-mail: agechile@alfaomega.cl

*A mis queridas niñas (mis nietas) Inés y Olivia con mi inmenso cariño y mi
continuo recuerdo hacia ellas.*

*A mis hijas Victoria y Graciela, y mi hijo Luis, también siempre presentes en
mi vida diaria y cuyo apoyo y consejos nunca me faltan.*

Agradecimientos

La obra que tiene el lector entre sus manos ha sido un proceso de estudio e investigación de bastantes años sobre la tendencia Industria 4.0 nacida e impulsada en Alemania. El año 2011 con ocasión de la visita del Presidente Federal Wulff a la DFKI (German Research Center for Artificial Intelligence) fue presentado el proyecto de Industria 4.0 y su visión inicial de la cuarta revolución industrial. Tuve la suerte de conocer este informe inicial ese año, pero fue a partir del año 2013 cuando ya la Academia Alemana de Ciencias e Ingeniería Acatech publicó su informe oficial *Recommendations for implementig the strategic initiative Industrie 4.0* y pudimos leer y consultar con más tranquilidad dicho informe y la evolución posterior de la tendencia Industria 4.0

El contenido de esta obra ha sido posible, la ayuda y colaboración de un gran número de personas que me han ayudado de diferentes formas. En primer lugar, mi agradecimiento a mis alumnos de las carreras de Ingeniería Informática y Ingeniería de Organización Industrial de la Facultad de Informática de la Universidad Pontificia de Salamanca en el campus de Madrid, que colaboraron los primeros años en mis clases, con sus trabajos y talleres académicos, y sobre todo, con sus conocimientos que me facilitaron la formación en los contenidos iniciales de la Industria 4.0. De igual forma a los

También he recibido grandes ayudas y realimentaciones y, por ello, mi agradecimiento eterno a los muchos asistentes a mis conferencias, cursos, seminarios, talleres impartidos durante esos años, así como a colegas y estudiantes de doctorado, tanto en España como en Latinoamérica y Caribe. Son muchas las universidades, institutos tecnológicos y politécnicos donde he tenido la gran suerte de ejercer la transmisión y recepción del conocimiento relacionado con Industria 4.0, la Cuarta Revolución Industrial y sus tecnologías disruptivas en el periodo 2012 a 2017. Las instituciones académicas donde he tenido mis estancias académicas han sido muy numerosas y pertenecen a los siguientes países que he visitado durante este periodo que ha durado la investigación y desarrollo de esta obra: México, Cuba, República Dominicana, Panamá, Nicaragua, Puerto Rico, Colombia, Perú, Ecuador, Paraguay y Brasil.

Por último, a mi editor y -sin embargo- amigo **Damián Fernández** que como en otras obras, y en particular en esta obra tan compleja, ha estado siempre ayudándome con sus consejos, guías y recomendaciones, en cada

momento que lo he necesitado. A **Marcelo Grillo**, Director Editor con el que siempre coordino y realimento proyectos y recibo su asesoramiento. También al resto del equipo editorial -especialmente de México, Colombia y Argentina- que tanta ayuda me han prestado para que este libro pueda llegar al lector.

*En Carchelejo (JAÉN), Sierra Mágina (Andalucía), ESPAÑA
y en Ciudad de México (CDMX)*

Mayo, 2017

Mensaje del editor

Los conocimientos son esenciales en el desempeño profesional, sin ellos es imposible lograr las habilidades para competir laboralmente. La universidad o las instituciones de formación para el trabajo ofrecen la oportunidad de adquirir conocimientos que serán aprovechados más adelante en beneficio propio y de la sociedad; el avance de la ciencia y de la técnica hace necesario actualizar continuamente esos conocimientos. Cuando se toma la decisión de embarcarse en una vida profesional, se adquiere un compromiso de por vida: mantenerse al día en los conocimientos del área u oficio que se ha decidido desempeñar.

Alfaomega tiene por misión ofrecerles a estudiantes y profesionales conocimientos actualizados dentro de lineamientos pedagógicos que faciliten su utilización y permitan desarrollar las competencias requeridas por una profesión determinada. Alfaomega espera ser su compañera profesional en este viaje de por vida por el mundo del conocimiento.

Alfaomega hace uso de los medios impresos tradicionales en combinación con las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) para facilitar el aprendizaje.

Libros como éste tienen su complemento en una página Web, en donde el alumno y su profesor encontrarán materiales adicionales.

Esta obra contiene numerosos gráficos, cuadros y otros recursos para despertar el interés del estudiante, y facilitarle la comprensión y apropiación del conocimiento. Cada capítulo se desarrolla con argumentos presentados en forma sencilla y estructurada claramente hacia los objetivos y metas propuestas.

Los libros de Alfaomega están diseñados para ser utilizados dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje, y pueden ser usados como textos para diversos cursos o como apoyo para reforzar el desarrollo profesional.

Alfaomega espera contribuir así a la formación y el desarrollo de profesionales exitosos para beneficio de la sociedad.

Acerca del autor

Luis Joyanes Aguilar

Presidente de la Fundación I+D del Software Libre (Fidesol), Granada (España). Catedrático de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad Pontificia de Salamanca. Doctor Ingeniero en Informática por la Universidad de Oviedo, Doctor en Sociología por la Universidad Pontificia de Salamanca y Licenciado en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense de Madrid. Profesor invitado y visitante en numerosas universidades de Latinoamérica y del Caribe. Conferenciante habitual en congresos, simposios, jornadas... a nivel internacional. Ha dirigido más de 50 tesis doctorales de estudiantes españoles, portugueses y latinoamericanos. Ha escrito más de 40 libros de TIC y más de 100 artículos científicos y profesionales. Investigador del Grupo de investigación de “Ética en la nube” de la Facultad de Filosofía de la Universidad Complutense de Madrid, en el proyecto de investigación: “Ciencia, Tecnología y Sociedad: Problemas políticos y éticos de la computación en nube como nuevo paradigma socioético” (Referencia: **FFI2013-46908-R**). Miembro del Instituto Universitario “Agustín Millares” de la Universidad Carlos III de Madrid.

Contenido

Parte I. Origen y fundamentos de Industria 4.0

CAPÍTULO 1

INDUSTRIA 4.0 Y LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL	1
Las cuatro revoluciones industriales	2
Primera y segunda revoluciones industriales	5
La tercera revolución industrial (Rifkin)	6
La tercera revolución industrial: la fábrica del futuro (The Economist)	7
El puente a la cuarta revolución industrial	9
Industria 4.0: Origen, evolución y futuro	9
El informe final Industria 4.0: Working Group	11
Industria Conectada 4.0	12
El modelo Cuarta Revolución Industrial de Davos/Schwab	14
Tendencias tecnológicas (megatendencias)	16
Retos y oportunidades de la cuarta revolución industrial	17
Las tecnologías disruptivas pilares de la industria 4.0	19
La inteligencia artificial	22
La era de la Internet de las Cosas y la cuarta revolución industrial.	23
¿Vivimos ya en la cuarta revolución industrial?	24
Internet de las cosas: la gran oportunidad para impulsar la economía y los negocios	25
Tecnologías wearables (ponibles)	27
Internet de las cosas en el horizonte 2025	28

Las ciudades inteligentes (smart cities)	30
Iniciativas de Smart Cities y de IoT ...	31
El nuevo modelo de fabricación aditiva: la impresión en 3D	33
El futuro de la impresión 3d ya casi presente	35
El futuro cercano: el internet de todo	36
Resumen	37
Bibliografía	39

CAPÍTULO 2

TECNOLOGÍAS FACILITADORAS DE LA INDUSTRIA 4.0	45
Drones	46
Normativas legales del uso de drones	47
Aplicaciones de los drones	49
Tecnologías wearables (ponibles)	49
Componentes de un dispositivo “wearable”	50
Tipos de dispositivos wearables	50
Gamificación	51
¿Dónde utilizar la gamificación?	52
Ventajas de la gamificación	52
Realidad virtual	52
Gafas de realidad virtual	53
Realidad aumentada	54
La expansión de la realidad aumentada	55
Aplicaciones de la realidad aumentada	55
Realidad mixta y realidad fusionada: un camino al futuro	58
Tecnologías celulares y móviles: el camino a las redes 5G	59
Dispositivos móviles	60
Hardware	60
La tarjeta eSIM	61

Software	61
Comunicaciones y servicios móviles:	
Hacia las redes 5G	63
Redes 5G: el futuro en 2020	64
Comunicaciones inalámbricas	65
Geolocalización	67
Aplicaciones de geolocalización	68
Resumen	69
Bibliografía	70

CAPÍTULO 3

LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN ORGANIZACIONES Y EMPRESAS	73
¿Qué es transformación digital?	74
Los modelos de negocio en la transformación digital	75
¿Cuáles son las tecnologías habilitadoras de la transformación digital?	76
Tendencias de transformación digital	76
Predicciones sobre el futuro de la transformación digital: tendencias 2016 (Forbes)	76
Las 10 tendencias más importantes para la transformación digital en 2017 (Forbes)	77
La transformación digital en la visión de Telefónica	79
La empresa digital	80
Los doce dominios de digitalización de la empresa	80
La transformación digital en la industria y en la empresa	81
España 4.0: La transformación digital de las empresas (una visión desde Industria 4.0)	81
Palancas y facilitadores de la transformación digital	83
I Estudio de transformación digital de la empresa (Territorio Creativo & LSEE)	85
La ciberseguridad en la transformación digital	87

El proceso de transformación digital	87
El proceso de la transformación digital de The Economist / Intelligence Unit	88
Acelerar el calendario de la disrupción (transformación digital)	90
Conclusiones de <i>The Economist</i>	90
El proceso de transformación digital de la empresa (modelo Delgado)	91
Fábrica inteligente 4.0: la transformación digital de la industria 4.0	92
Resumen	93
Bibliografía	95

Parte II. Los Pilares Tecnológicos de la Cuarta Revolución Industrial

CAPÍTULO 4

LA NUBE (CLOUD COMPUTING)	97
Origen y evolución de cloud computing	98
Definición de la nube	100
Características de cloud computing	102
Modelos de la nube (Cloud)	105
Modelos de servicio	106
Modelos de despliegue	108
Criterios de selección del modelo de nube	109
Proveedores de la nube	110
Proceso de migración a la nube	111
¿Cómo adaptar la nube en organizaciones y empresas?	111
Consideraciones económicas	112
Características organizacionales	113
Acuerdos de nivel de servicio (SLA, Service Level Agreement)	113
Seguridad	113
Los centros de datos como soporte de cloud computing	114
Internet y los centros de datos: una industria pesada	115
Seguridad en la nube	116

Contratación de servicios de cloud computing	118
El contrato de cloud computing	119
Riesgos y amenazas en cloud computing	121
Resumen	122
Bibliografía	123
Recursos web	124

CAPÍTULO 5

BIG DATA: EL PODER DE LOS DATOS

.....	127
Definición de Big Data	129
Tipos de datos	131
Datos estructurados	131
Datos no estructurados	133
Datos semiestructurados	134
Características de Big Data	134
Volumen	135
Velocidad	136
Variedad	136
El modelo de las 5V	138
El modelo de las 7V	140
El tamaño de los Big Data	141
Breve reseña histórica de Big Data	143
El origen moderno de Big Data	143
Fuentes de datos	144
Tipos de fuentes de Big Data	145
Datificación	148
Datos en organizaciones y empresas	149
Datos internos	149
Datos externos	149
Arquitectura de Big Data	150
Recolección de datos	151
Almacenamiento de datos	151
Procesamiento y análisis de datos	152
Visualización de datos	153
Open Data: El movimiento de los datos abiertos	153
Iniciativas de Open Data	155
La iniciativa de la Unión Europea ...	161
Open Data Center Alliance	162
Open Data Institute (ODI)	163

Resumen	164
Bibliografía	166

CAPÍTULO 6

INTERNET DE LAS COSAS	171
¿Qué es Internet de las Cosas?	172
Definición de Internet de las Cosas	174
Definición de Internet de las Cosas de ITU (UIT)	176
Conceptos varios relacionados con IoT: M2M, WOT, IOE... ..	176
Historia del Internet de las cosas ...	177
Aplicaciones del Internet de las Cosas	178
Caso de estudio. Peaje inteligente de autopistas sin barreras	179
Tecnologías y tendencias habilitadoras del Internet de las Cosas	180
IPv6: el desarrollo de la Internet de las Cosas	181
Arquitectura de Internet de las Cosas	182
Detección y recolección de datos ..	183
Transmisión de datos (redes de comunicaciones): Conectividad	184
Redes de comunicaciones y protocolos estándares	184
La red LPWA (la red estándar adaptada al internet de las cosas) ..	186
Conexión con la nube (o centro de datos propio)	186
Almacenamiento en la nube (centro de datos)	187
Analítica de datos	187
Presentación y visualización de resultados (plataforma de provisión de servicios)	188
Internet de todo y las cuatro fuentes de generación de datos	188
Cosas (Objetos): las tecnologías de los dispositivos conectados	190
Tipos de dispositivos conectados ..	191
Computadores multipropósito	191

Conectividad de la red	192
Sensores	193
Controladores	196
Actuadores	196
Internet Industrial de las Cosas (IIoT) / Internet Industrial.....	198
La seguridad en Internet de las Cosas	199
Seguridad de Internet de las Cosas: Estado del arte	199
Predicciones de seguridad para 2017-2020 del Internet de las Cosas	200
La privacidad en Internet de las Cosas	202
Normas legales, derecho y aspectos regulatorios	203
Internet de futuro	203
Resumen	204
Bibliografía	205
Breve glosario de siglas de IOT.....	206

CAPÍTULO 7

CIUDADES INTELIGENTES (SMART CITIES)	209
Definición de ciudad inteligente	210
Normalización de ciudades inteligentes (AENOR)	211
Modelos de ciudad inteligente	212
Modelo de ciudad inteligente de la Unión Europea	213
Otros modelos de ciudades inteligentes	214
Modelo de ciudad inteligente de la ONTSI	215
Estrategias de ciudades inteligentes en Europa	216
Arquitectura de una ciudad inteligente (Cadena de valor tecnológica de Telefónica)	217
Cadena de valor de la Smart City de ONTSI	220
Las redes eléctricas inteligentes (Smart Grids)	222

Sensores en las ciudades inteligentes	223
Resumen	225
Bibliografía	226

CAPÍTULO 8

INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA: COMPUTACIÓN COGNITIVA, BOTS Y CHATBOTS

CHATBOTS	229
Historia y evolución de la inteligencia artificial	230
Aprendizaje automático	233
Aprendizaje profundo	234
Aprendizaje automático frente a aprendizaje profundo	237
El futuro de la inteligencia artificial: el aprendizaje profundo	238
Computación cognitiva	239
La computación cognitiva en la era de Big Data	240
IBM Watson	241
Bots y Chatbots	243
Los asistentes virtuales	243
Aplicaciones de los bots	244
Los bots: ¿Las nuevas aplicaciones móviles?	246
Plataformas de bots	247
Chatbots de empresa: el caso de la atención al cliente.....	248
Caso de estudio Alexa de Amazon .	249
Caso de estudio: Slack	250
Caso de estudio: Bixby de Samsung (abril 2017)	251
La seguridad en los bots	252
Declaración de Barcelona sobre inteligencia artificial	253
Resumen	253
Bibliografía	254

CAPÍTULO 9

LA ROBÓTICA: LOS ROBOTS COLABORATIVOS (COBOTS)

Estado del arte de la robótica	258
La visión de robótica de IDC	259

La robótica en la generación y posibles pérdidas de empleo	259	Tendencias en ciberseguridad: un primer avance	289
Estudio del Foro de Davos sobre el futuro del empleo (enero 2016)	260	La Web profunda, la Web Invisible (Deep Web)	291
Estudio de robotización del McKinsey Global Institute (enero 2017)	261	Los ciberriesgos	292
Los riesgos de la Inteligencia Artificial en la Robótica	261	La necesidad de un seguro de ciberriesgos en la empresa	292
Robots colaborativos (cobots)	262	La ciberseguridad en la empresa y la empresa ante la ciberseguridad ...	293
Tecnologías complementarias de la robótica colaborativa	263	La ciberseguridad y la inteligencia artificial	294
La robótica y la inteligencia artificial en la feria de Hannover Messe 2017: cobots y gemelos digitales ...	265	Watson for cyber security	295
Los cobots en la fábrica inteligente 4.0.....	265	Plataforma de ciberinteligencia de Accenture	295
Los gemelos digitales (digital twins)	266	Proyecto de colaboración público-privada en la ciberseguridad de la Unión Europea	296
Los robots industriales en el empleo: normativa legal	268	Directiva de ciberseguridad (NIS) de la Unión Europea	296
Tendencias en automatización industrial para 2017	269	La ciberseguridad en América Latina y el Caribe	298
Tendencias de robótica para 2017 (IDC)	270	Tendencias de seguridad cibernética en América Latina y el Caribe	298
Resumen	271	Ciberseguridad 2016 en América Latina y Caribe	299
Bibliografía	272	Estrategia de ciberseguridad de la Unión Europea	300
CAPÍTULO 10		Estrategia de ciberseguridad nacional de España	301
CIBERSEGURIDAD	275	Tendencias en Ciberseguridad	302
¿Qué es ciberseguridad?	276	Tendencias TIC de INCIBE (2016), julio 2016	302
Principios fundamentales de la ciberseguridad	277	Nuevos escenarios y desafíos de la seguridad Telefónica (septiembre 2016)	303
Principales diferencias entre ciberseguridad y seguridad de la información	278	Otras tecnologías de impacto en el futuro de la ciberseguridad analizadas	303
La ciberseguridad en tiempo real ...	279	La concienciación en ciberseguridad	304
Una breve muestra de ciberataques de impacto y una primera reflexión	280	El futuro de la ciberseguridad	304
Infraestructuras críticas	281	El decálogo de la ciberseguridad	
Ciclo de vida de la ciberseguridad ..	282	FTF & Fundación Bankinter	305
Ciberamenazas: agentes y tipos	285		
Ciberataques: Herramientas utilizadas por los atacantes	286		
Resiliencia	288		

El decálogo de la ciberseguridad de INCIBE	306
Ciberseguridad 4.0	306
Caso de estudio: el ciberataque global del 12 de mayo de 2017	307
Resumen	308
Bibliografía	310

Parte III. La Llegada de la Cuarta Revolución Industrial

CAPÍTULO 11

ANÁLÍTICA DE DATOS (BIG DATA ANALYTICS)	319
¿Qué es analítica de datos (Data Analytics)	320
Tipos de analítica de datos	321
Analítica de negocios (Business analytics /Analytics)	322
Una visión global de la analítica de Big Data	323
Categorías de analítica	325
Analítica de Big Data	326
Características de una plataforma de integración de analítica de Big Data	329
Analítica digital	330
Analítica Web	331
Métricas	333
Indicadores clave de rendimiento (KPI)	339
Diferencias entre métricas y KPI ...	341
La proliferación de datos sociales .	341
Analítica social	343
Métricas se social media	344
Análisis de sentimientos	346
Herramientas de análisis de sentimientos	347
Analítica móvil	348
Caso de estudio: Google Analytics .	350
Caso de estudio: IBM Watson Data	353
Resumen	355
Bibliografía	357

CAPÍTULO 12

ECONOMÍA DE ALGORITMOS: EL FUTURO DE LA ECONOMÍA DIGITAL ...

El algoritmo como modelo de negocio en la economía digital	360
¿Qué es un algoritmo?	362
Los algoritmos en la empresa	363
Economía de algoritmos	364
Áreas de impacto en los algoritmos ..	366
Los algoritmos como servicio	368
Recomendaciones de uso de un servicio de algoritmos	368
Casos de estudio de algoritmos	369
Tiendas de algoritmos	373
La ética de los algoritmos	372
Economía colaborativa	373
¿Qué es economía colaborativa?	374
La regulación normativa de la economía colaborativa	376
Blockchain (cadena de bloques)	377
Resumen	382
Bibliografía	383

CAPÍTULO 13

CIENCIA DE DATOS (DATA SCIENCE) .

Definición de ciencia de datos	390
Disciplinas de ciencia de datos (evolución del diagrama de Venn de Conway)	392
Definición de Data Science de IBM ...	396
El científico de datos	397
Científico de datos: la profesión más sexy del siglo XXI (HBR)	398
El perfil del científico de datos	399
El científico de datos en la academia	400
El científico de datos en la industria y en la empresa	401
Casos de éxito de empresas con científicos de datos de referencia ..	401
El premio Grand Price de Netflix	402
Herramientas de programación para ciencia de datos	403

Caja de herramientas de Kdnuggets	404
Una revisión de plataformas de ciencias de datos	405
El proceso de ciencias de datos	406
Certificaciones profesionales en Data Science	409
Resumen	411
Bibliografía	412

CAPÍTULO 14

PRIVACIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS EN LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL: RIESGOS Y OPORTUNIDADES	415
El cambio social profundo de la cuarta revolución industrial: un breve análisis de los riesgos	416
Informe de riesgos laborales	417
Impactos negativos de los cambios tecnológicos según el WEF	417
Los riesgos de Big Data en la privacidad	418
Medidas de seguridad en el ciclo de Big Data	420
La ética y la responsabilidad social de las empresas	421
Evaluación de impacto en la protección de datos	423
El nuevo reglamento de protección de datos y de privacidad de la Unión Europea (25 de mayo de 2016)	424
Novedades del nuevo reglamento ..	424
Recomendaciones de la AEPD sobre el nuevo reglamento	425
El delegado de protección de datos (DPO)	426
Guía de privacidad y seguridad en Internet (AEPD/INCIBE)	428
El escudo de privacidad Unión Europea- EE.UU	430
Resumen	430
Bibliografía	432

CAPÍTULO 15.

EL FUTURO TECNOLÓGICO, DOS REALIDADES: INDUSTRIA 4.0 Y CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL (TENDENCIAS TECNOLÓGICAS 2017-2020)	435
Tecnologías emergentes según el World Economic Forum (WEF)	436
Tendencias tecnológicas estratégica para 2017 (Gartner)	440
Tendencias tecnológicas para 2017 (Accenture)	447
El despliegue de Industria 4.0	448
Inteligencia artificial aplicada	449
Estrategia de Inteligencia artificial de Estados Unidos (octubre 2016)	449
Los algoritmos: desarrollo y economía	450
Tecnologías indispensables para la transición a la Industria 4.0	450
10 tendencias tecnológicas de internet de las cosas (2017-2018)	452
El futuro del empleo y las nuevas profesiones	453
La formación en tecnologías disruptivas	455
Los nuevos roles profesionales	456
La formación en ciberseguridad y en sus tecnologías disruptivas	459
Redes 5G: el nuevo mundo hiperconectado	460
La revolución silenciosa de blockchain	461
El futuro de Industria 4.0: Feria Hannover-Messe 2017	463
En el umbral de la Cuarta Revolución Industrial	465
Resumen y conclusiones	467
Bibliografía	470

Prólogo

NACIMIENTO Y EVOLUCIÓN DE INDUSTRIA 4.0

El término Industria 4.0 se acuñó en Alemania en el año 2011 en la Feria tecnológica de Hannover-Messe, si bien fue en la edición de dicha feria en 2013 cuando se presentó la Iniciativa oficial del Gobierno de Alemania. El documento fundacional de Industria 4.0 y de la plataforma asociada (*Platform Industrie 4.0*) denominado *Recommendations for implementig the strategic initiative Industrie 4.0* fue redactado por **Acatech** (Academia Nacional de Ciencia e Ingeniería de Alemania) y presentado en abril de 2013. Contó con la colaboración del **DFKI** (Centro de Investigación alemán para la Inteligencia Artificial) así como el apoyo de la industria y grandes empresas alemanas.

*Industria 4.0 describe la digitalización de sistemas y procesos industriales, y su interconexión mediante la **Internet de las cosas** e **Internet de los Servicios** para conseguir una mayor flexibilidad e individualización de los procesos productivos. Es una visión de la fábrica del futuro o fábrica inteligente. La **transformación digital de la industria** y las **empresas** con la integración de las nuevas tecnologías disruptivas, el citado **Internet de las Cosas**, **Big Data**, la Nube (**Cloud Computing**) y la **Ciberseguridad**, todo ello enmarcado en las **Ciudades Inteligentes (Smart Cities)** está produciendo el advenimiento y despliegue de la **Cuarta Revolución Industrial**.*

La cuarta revolución industrial trae consigo una tendencia a la automatización total de la manufactura (fabricación). La estrategia de alta tecnología propone llevar a Alemania, como líder mundial que es en fabricación, a su automatización completa e inteligente con una total independencia de la mano de obra humana, pero en mutua conexión de ambas partes: sistemas físicos y virtuales. La Industria 4.0 busca como objetivo principal la creación de fábricas inteligentes mediante la integración de sistemas de fabricación ciberfísicos (virtuales y físicos), La cuarta revolución industrial en sus orígenes consiste en la creación de máquinas inteligentes y sistemas inteligentes conectados.

La automatización se basa en los **sistemas ciberfísicos** facilitada por la **Nube (cloud computing)** y el **Internet de las Cosas**, con la ayuda indispensable de la **fabricación aditiva** mediante las **impresoras 3D**, y, además, el soporte fundamental de la **inteligencia artificial** y de **big data**, como tecnologías clave para la conversión de los grandes volúmenes de

datos que se comenzaban a generar en conocimiento y su uso eficiente en la toma de decisiones.

Los sistemas ciberfísicos, combinan máquinas físicas y tangibles con procesos digitales, y son capaces de tomar decisiones descentralizadas y de cooperar entre ellos y con los humanos mediante el citado Internet de las Cosas. Con estos soportes tecnológicos nos dirigimos hacia las fábricas inteligentes y las empresas podrán crear redes inteligentes que podrán controlarse a sí mismas, a lo largo de toda la cadena de valor.

La **Industria 4.0** es el producto más tangible de la cuarta revolución industrial y está favoreciendo la **fabricación inteligente** en un marco revolucionario para diseñar, implantar y gestionar ecosistemas complejos que proporcionan información en tiempo real y posibilitan las interacciones autónomas entre máquinas, sistemas, objetos y cosas. Este modelo permite sacar el máximo partido y rendimiento del *Internet de las cosas (IoT)*, la *nube*, los *big data* y la analítica de datos, la inteligencia artificial, las aplicaciones de última generación y la ciberseguridad.

Industria 4.0 y fábricas inteligentes (*smart factories*) son parte de la Internet de las Cosas y del Internet de los Servicios y en la iniciativa se definen cinco sectores estratégicos:

- Movilidad inteligente
- Logística inteligente
- Edificios inteligentes
- Productos inteligentes
- Redes inteligentes

En numerosos países y, en particular, España (*Industria Conectada 4.0*) se han publicado diferentes iniciativas de Industria 4.0 a nivel gubernamental y también impulsadas por asociaciones de empresas, y organizaciones y empresas de los diferentes países.

En la feria de Hannover-Messe 2016 se presentó el Comité de Estandarización de Industria 4.0 cuya finalidad es el impulso de estándares a nivel internacional (*Standardization Council i4.0*: <https://sci40.com>).

LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Aunque como se comentó anteriormente, el documento original de Industria 4.0 del año 2013 ya consideraba las cuatro etapas de la Revolución Industrial (Figura 1.1) y se siguió hablando del tema en los años 2014 y 2015, fue el Foro de Davos en enero de 2016 el que lanzó la nueva tendencia y consolidó el nacimiento de la Cuarta Revolución Industrial.

La edición de 2016 del Foro de Davos organizado por el *World Economic Forum (WEF)* que se suele celebrar anualmente, en la ciudad suiza de Davos, a mediados de enero, tuvo como tema o lema central “La Cuarta Revolución Industrial” y anunció la consolidación y el despliegue de esta nueva revolución industrial.

Dada la resonancia mundial del desarrollo del Foro y de sus conclusiones, así como la publicación de estudios previos y posteriores a sus reuniones y debates, el término Cuarta Revolución Industrial llegó con mayor impacto a organizaciones, empresas, Administración y Gobierno, industria, etc. Durante todo el año 2016 se habló de esta nueva revolución tecnológica (ya, el gurú tecnológico Jeremy Rifkin había anunciado en una de sus obras, lo que él llamaba *Tercera Revolución Industrial* que en realidad coincide casi en todo su contenido con la nueva denominación de Cuarta Revolución Industrial) y los retos y oportunidades que traería consigo, así como los riesgos a los que la sociedad se encaminaba sino se tomaban las medidas oportunas acorde con las grandes innovaciones que se anunciaban.

Cuarta Revolución Industrial ha sido el mantra o el nuevo paradigma tecnológico que, desde enero de 2016 hasta la actualidad llena medios de comunicación tradicionales y sociales junto con todo tipo de informaciones y estudios de investigación, eventos internacionales, publicaciones diversas, etc.

Klaus Schwab, fundador y presidente del World Economic Forum, durante el Foro de Davos 2016 y en numerosas publicaciones suyas durante el mismo año (a destacar su excelente libro *La Cuarta Revolución Industrial*), organizó y publicó los impulsores tecnológicos de la cuarta revolución industrial en tres grandes grupos o megatendencias interrelacionadas entre sí: físicas, digitales y biológicas (véase Capítulo 1).

La edición 2017 del Foro de Davos celebrada como siempre en el mes de enero, con un récord de 3.000 invitados, más de 400 reuniones y como siempre con grandes líderes políticos y empresariales de nivel mundial, tuvo como lema central *Liderazgo Responsable y Receptivo* y se ha centrado en los cuatro desafíos globales del liderazgo para 2017: fortalecer la colaboración industrial, revitalizar el crecimiento económico, reformar el capitalismo y **prepararse para la Cuarta Revolución Industrial** que está redefiniendo la forma en que vivimos y trabajamos.

El futuro del empleo en la Cuarta Revolución Industrial

Un informe del WEF «*The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*» presentado en

enero de 2016 en el Foro de Davos y que ha tenido una repercusión mundial directamente en los foros de empleo y sobre todo en organizaciones y empresas, administración y gobiernos, aventuraba como sería la situación del empleo laboral a consecuencia del despliegue de la cuarta revolución industrial.

La digitalización de la industria supondrá la desaparición de 7,1 millones de empleos y la creación de 2,1 millones de nuevos empleos en nuevos roles profesionales entre 2015 y 2020, debido a la automatización de tareas y la desaparición de intermediarios. En resumen, una pérdida de 5 millones de empleos para 2020, de los cuales dos tercios (4,76) se concentrarán en tareas de tipo administrativo y 1,61 millones en actividades productivas y manufactureras.

OBJETIVOS, APRENDIZAJE Y LECTURA

La obra que tiene en sus manos pretende analizar el fenómeno de la nueva revolución industrial, una revolución tecnológica impulsada por la Industria 4.0 y un conjunto de tecnologías habilitadoras que están haciendo posible llegar esta revolución a todos los ámbitos y sectores de la sociedad. La experiencia del autor, en numerosas conferencias, seminarios, cursos y talleres en España, Latinoamérica y Caribe entre los años 2013 a 2017 sobre el tema central de Industria 4.0, sus tecnologías habilitadoras y los cambios sociales y tecnológicos que se están produciendo y se esperan, le han llevado a marcar como objetivos del libro, los siguientes:

- El conocimiento de la Industria 4.0 -tanto a nivel teórico como práctico y el impacto social previsto- desde su concepción inicial en Alemania, impulsado por Acatech, el Gobierno alemán y sus grandes empresas industriales.
- Adquirir los conocimientos básicos necesarios para la comprensión de la nueva Cuarta Revolución Industrial, los retos, oportunidades y riesgos que trae consigo y la necesidad ineludible de la concienciación sobre su advenimiento social.
- El conocimiento de todas las tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0 y, por consiguiente, de la Cuarta Revolución Industrial, desde la **Internet de las Cosas**, **Big Data y Analítica de datos**, la **Inteligencia Artificial** y la **Nube**, a la **Ciberseguridad** pasando por la nueva transformación digital de las ciudades en **Smart Cities (Ciudades Inteligentes)** y la **Robotización** de la industria.

- Concienciar de la necesidad de digitalización a organizaciones y empresas, y, en consecuencia, conocer el proceso de transformación digital de la empresa y de la industria para su conversión en empresa e industria digital, con los soportes de Industria 4.0.
- Conocimiento de las nuevas tecnologías disruptivas y de impacto y de las nuevas tendencias tecnológicas asentadas durante el año 2016 y que se espera convertirán en tecnologías de amplia aceptación social tanto a nivel usuario como empresarial entre los años 2017 y 2020. Se estudiarán además de las tecnologías citadas en apartados anteriores: realidad virtual y realidad aumentada -junto con las futuras *realidad mixta* y *realidad fusionada*- nuevas tecnologías móviles (celulares) tales como redes 5G y tarjetas e-SIM, drones, impresoras 3D y fabricación aditiva, tecnologías wearables (ponibles), **blockchain** (las cadenas de bloque) -la tecnología de mayor crecimiento e impacto en la banca y finanzas, así como en otros sectores relacionados-, tecnologías financieras *fintech*. De modo especial se estudiará la robótica y, especialmente, los robots colaborativos (*cobots*) y los robots virtuales o asistentes virtuales (*bots* y *chatbots*). Se prestará especial atención a la tecnología de software conocida como **gemelos digitales** (*digital twins*) que parece pueda llegar a tener una gran repercusión en los procesos de fabricación industrial de los próximos años.
- Conocer el impacto de los algoritmos en la vida de organizaciones y empresas, así como la naciente disciplina de economía de algoritmo, soporte importante en la nueva economía digital.
- Conocer los principios básicos de la economía colaborativa, otro de los nuevos pilares de la economía digitales, así como las aplicaciones y sectores de impacto más destacados, junto con las normativas legales de implantación para las empresas colaborativas.
- Introducir al conocimiento de la mencionada tecnología **blockchain** (cadena de bloques), una de las tecnologías disruptivas de mayor impacto mediático -al ser la tecnología soporte de la criptomoneda *bitcoin*, entre otras- y que grandes

pensadores y estrategias de gestión empresarial auguran un excelente porvenir y que algunos comparan pueden llegar a tener un impacto similar al que en su día tuvo el nacimiento de Internet y la Web.

- Conocer el concepto de ciudad inteligente (*Smart City*), su infraestructura, y las normativas y certificaciones nacionales e internacionales para el reconocimiento de una ciudad como inteligente, así como la arquitectura y marcos de valor que deberá asumir una ciudad para su conversión de ciudad tradicional a ciudad inteligente.
- Concienciación de los riesgos de la privacidad y protección de datos junto con la necesidad de usar una ética específica de la Industria 4.0 y la 4RI.
- Conocer las tecnologías disruptivas que las grandes consultoras y empresas multinacionales prevén para los próximos años con el horizonte en el 2020.

RECONOCIMIENTO

Este libro se ha realizado en el seno del proyecto de investigación “*Ciencia, Tecnología y Sociedad: Problemas políticos y éticos de la computación en nube como nuevo paradigma socioeconómico*” (Referencia: FFI2013-46908-R).

CONTENIDO Y ESTRUCTURA DEL LIBRO

Para tratar de cumplir los objetivos anteriores, el libro se ha organizado en tres partes:

PARTE I. Origen y fundamentos de industria 4.0. Se describe en ella el origen, evolución y los fundamentos tecnológicos, industriales y sociales de la Industria 4.0, junto con sus tecnologías habilitadoras y la necesaria transformación digital de las organizaciones y empresas. Consta de tres capítulos:

1. *industria 4.0 y la cuarta revolución industrial.* El capítulo describe el nacimiento y evolución de la nueva revolución tecnológica, junto con el nacimiento de Industria 4.0, término acuñado en Alemania entre la academia (ACATECH y el DFKI), la industria y la empresa, y el Gobierno Alemán. Se describen y analizan las tendencias tecnológicas propuestas en los documentos iniciales y en sus presentaciones oficiales.

2. *Tecnologías facilitadoras de la industria 4.0.* Se describen en el mismo las tecnologías que complementan a las tecnologías fundamentales contempladas en el capítulo 1: desde drones, a tecnologías *wearables*, gamificación, las consolidadas tecnologías de realidad aumentada y realidad virtual, junto a las emergentes realidad mixta y realidad fusionada, la actualización de las tecnologías celulares (móviles) con la tendencia futura de las redes 5G y la tarjeta e-SIM, así como el impacto de la geolocalización potenciada por las citadas redes móviles y el Internet de las Cosas.
3. *La transformación digital en organizaciones y empresas.* La digitalización de las organizaciones y empresas requieren de una transformación digital. Se describen sus fundamentos, así como el proceso necesario para la conversión de una empresa tradicional en una empresa digital. Se analizan dos estudios presentados en 2016 de gran resonancia mediática: *España 4.0* publicado por Siemens y el *I Estudio de transformación digital de la empresa* realizado por Territorio Creativo y LSEE.

PARTE II. Los pilares tecnológicos de la cuarta revolución industrial.

Se centra en los pilares tecnológicos soporte de la Industria 4.0 y desencadenantes de la Cuarta Revolución Industrial: la nube (*cloud computing*), *big data*, Internet de las Cosas, las ciudades inteligentes, la Inteligencia Artificial y la computación cognitiva, la robótica, en especial los *cobots* (robots colaborativos) y los *bots/chatbots* (robots virtuales o asistentes virtuales) y por último el necesario estudio de la ciberseguridad.

4. *La nube (cloud computing).* El soporte de la nueva revolución industrial se sustenta en la nube como infraestructura tecnológica global con despliegue universal a través de sus centros de datos distribuidos a lo largo y ancho del mundo por empresas proveedoras, así como restantes empresas, organizaciones y administraciones públicas. Se estudian los modelos de nube y criterios para migración y contratación de servicios de la nube.
5. *Big data: el poder de los datos.* El aluvión o avalancha de datos que se han producido y se siguen produciendo es la base de este capítulo que estudia sus características fundamentales, los tipos y fuentes de datos, así como la arquitectura típica del proceso de

big data. Se describen además el concepto de datos abiertos (*open data*) como un subconjunto de *big data*, pero de gran impacto por la trascendencia para el funcionamiento en las compañías y beneficios para el ciudadano.

6. *Internet de las cosas*. Como se comentó en el capítulo 1, Internet de las Cosas estaba considerado por la iniciativa alemana Industria 4.0 la espina dorsal de toda la Industria 4.0. Internet de las cosas e Internet de los servicios articulaban los servicios necesarios para el diseño y construcción de las fábricas inteligentes y sensibles. Sin duda es el armazón sobre el que se sustentará toda la cuarta revolución industrial. Sus grandes oportunidades contrastan con sus grandes riesgos por lo que es necesario, y así se hace, describir los problemas inherentes a la privacidad y protección de datos.
7. *Ciudades inteligentes (smart cities)*. Las tecnologías de Internet de las Cosas, unidas a la **sensorización** (despliegue e instalación de sensores) están favoreciendo la creación de nuevas ciudades inteligentes y la conversión y adaptación de las ciudades tradicionales. La arquitectura de una ciudad inteligente está estrechamente relacionada con el análisis de los grandes volúmenes de datos y su conversión en conocimiento para toma de decisiones en beneficio del ciudadano y de las empresas e industrias asentadas en ella.
8. *Inteligencia artificial aplicada: computación cognitiva, bots y chatbots*. Los avances en tecnologías y algoritmos de aprendizaje automático y de aprendizaje profundo, han hecho que la inteligencia artificial aplicada esté llegando a la vida diaria de un modo práctico y eficiente. Una de sus aplicaciones prácticas más populares y de mayor resonancia están siendo los *bots* (robots virtuales) y los *chatbots* (*bots* conversacionales) que se estudian en el capítulo con la descripción de asistentes virtuales populares y la posibilidad de que cada empresa e industria puedan desarrollar los suyos propios.
9. *La robótica: los robots colaborativos (cobots)*. En el capítulo se estudia la robótica como una de las tendencias de mayor resonancia en la industria 4.0. Los robots colaborativos (*cobots*) se están convirtiendo en una de las piezas clave en el sector industrial, pero también en otros sectores, como la

administración, el turismo, la formación... En el capítulo se analizan los problemas en la generación y posibles pérdidas de empleo, así como los problemas legales que se comienzan a plantear para el uso de los robots en el trabajo sustituyendo a trabajadores humanos.

10. *Ciberseguridad*. Los retos y oportunidades de la ciberseguridad como rama de la seguridad de la información se analizan en el capítulo. Se describen las tendencias en ciberseguridad, la colaboración público-privada y de que forma la inteligencia artificial contribuye a la mejora de la ciberseguridad. También se analizan las estrategias de ciberseguridad nacionales e internacionales y se recomienda la necesidad de su implantación en las organizaciones y empresas. Se dedica un apartado especial para tratar del estado actual de la ciberseguridad en Latinoamérica y Caribe.

PARTE III. La llegada de la cuarta revolución industrial. Una vez descritas las tecnologías facilitadoras de la industria 4.0, es necesario analizar las razones relacionadas para el éxito, la llegada y el despliegue de la cuarta revolución industrial que se manifiestan en la analítica de datos, los algoritmos que facilitan esta actividad y el nacimiento de la nueva ciencia de datos, así como el estudio de la privacidad y protección de datos y como afectara en ambos sentidos en la cuarta revolución industrial

11. *Analítica de datos (big data analytics)*. La importancia de *big data* en la actualidad se deriva del análisis de esos grandes volúmenes de datos y como se convierten en conocimiento para una correcta toma de decisiones. Se describen los diferentes tipos de analítica, así como las métricas e indicadores principales de desempeño o de rendimiento (KPI). Se hace una breve introducción a una de las herramientas de analítica web más populares, Google Analytics.
12. *Algoritmos, economía colaborativa y blockchain: los nuevos pilares de la economía digital*. Los algoritmos se han convertido en uno de los métodos más eficaces para la gestión de la empresa e industria y de una gran relevancia en el desarrollo de la economía de algoritmos; se han convertido en un servicio y comienzan a emerger plataformas o tiendas de algoritmos al igual que ha sucedido estos años con las tiendas de *apps*. La

necesidad de una ética de algoritmos se ha convertido en una necesidad ineludible de la 4RI. Así mismo se realiza una introducción a la economía colaborativa (aplicaciones y sectores de impacto) y a las tecnologías disruptivas *blockchain* (cadena de bloques).

13. *Ciencia de datos (data science)*. La ciencia de datos se ha convertido en una disciplina científica que tiene contenidos de varias otras ciencias como las matemáticas, la estadística, la informática, las ciencias de la computación... y la figura del científico de datos se ha convertido en una de las profesiones más demandadas y competitivas del actual mundo laboral. En el capítulo se estudian ambos conceptos y la recomendación de un buen uso de la ciencia de datos.
14. *Privacidad y protección de datos en la cuarta revolución industrial: riesgos y oportunidades*. La 4RI traerá muchos y grandes beneficios, pero también trae el riesgo asociado de un aumento de la desigualdad y una creciente preocupación por la brecha digital que se puede producir entre las personas con formación para afrontar la 4RI y los que no se encuentren preparados y puedan quedar desplazados. Se analizan las leyes de privacidad de la Unión Europea como exponente a seguir en organizaciones y empresas, así como un modelo para la Administración Pública y los Gobiernos.
15. *El futuro tecnológico, dos realidades: industria 4.0 y cuarta revolución industrial (tendencias tecnológicas 2017-2020)*. En este capítulo a modo de epílogo se analizan las tecnologías emergentes y disruptiva que se esperan para el último trienio de la década, así como el despliegue de la Cuarta Revolución Industrial en el mundo hiperconectado y ubicuo al que camina la actual sociedad con el advenimiento de las futuras redes 5G integradas con el resto de las tecnologías de la Industria 4.0 analizadas ya en la obra.

En **CARCHELEJO** (Jaén), Sierra Mágina (Andalucía), España
y en **Ciudad de México** (CDMX), México

Junio, 2017
EL AUTOR

CAPÍTULO 1

INDUSTRIA 4.0 Y LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Industria 4.0 ha sido un término acuñado por el gobierno alemán con el soporte de industrias alemanas, para describir la digitalización de sistemas y procesos industriales, y su interconexión mediante el **Internet de las cosas** para conseguir una mayor flexibilidad e individualización de los procesos productivos. Es una visión de la fábrica del futuro o **fábrica inteligente**. La transformación digital de la industria y las empresas con la integración de las nuevas tecnologías disruptivas como **Big Data**, la **Nube** y la **Ciberseguridad**, todo ello enmarcado en las **Ciudades Inteligentes (Smart City)** está produciendo el advenimiento y despliegue de la **Cuarta Revolución Industrial**.

La conectividad de las máquinas y el análisis de grandes cantidades de datos en tiempo real dibujan nuevos modelos de producción y sistemas de fabricación¹. En el año 2020 habrá 50.000 millones de dispositivos conectados en un mundo con más de 7.000 millones de habitantes. En este número ya no sólo se cuentan las computadoras personales (*laptops*), las tabletas, los teléfonos inteligentes, videoconsolas... sino todos los objetos conectados entre sí y a través de la red Internet. Las tendencias de conectividad se consolidan en torno al Internet de las cosas (**IoT**, Internet of Things, **IdC** en español). IoT es una plataforma gigantesca en la que confluyen nuevas y potentes tecnologías como **M2M** (conexión máquina a máquina, entre máquinas), **Big Data** (análisis de grandes volúmenes de datos, especialmente en la nube), la fabricación aditiva de modelos digitales (**impresoras 3D**) o los dispositivos ponibles, vestibles o llevables (*wearables*) – relojes inteligentes, anillos inteligentes, ropa inteligente, etcétera.

Los conceptos fundamentales nacen de la digitalización del mundo físico que impulsarán el crecimiento económico; la revolución tecnológica que viene —conocida por muchos como la cuarta revolución industrial— cambiará la industria tanto o más que el internet de consumo ha cambiado los medios, las comunicaciones, el ocio y la publicidad en la última década².

La nueva tecnología fusiona *big iron* (gran hierro) con *big data* (datos grandes) para crear máquinas brillantes, señalaba Jeff Immelt, presidente de General Electric, en un documento industrial publicado a finales de 2012 -actualizado en junio de 2013-, acuñando, a su vez, el término **Internet Industrial**³. Siemens ha denominado a esta nueva industria emergente **Industria 4.0** (el rol de la automatización industrial) y **fabricación inteligente** (*smart facturing*): “un modelo en el que los productos contendrán en sí mismos los requisitos de producción, instalaciones con producción integrada de toda la cadena de valor y flexibilidad de intervenir en el proceso de producción sobre la base de la necesidad real, lo que implicará un cambio en cómo se hacen las cosas”⁴. Texas Instruments también ha recurrido a utilizar el término **Smart Factory**⁵.

LAS CUATRO REVOLUCIONES INDUSTRIALES

La **cuarta revolución industrial** (origen del término **Industria 4.0**) hace referencia a las cuatro fases de la revolución industrial:

- *Primera revolución industrial*. Máquinas de vapor y ferrocarril en el siglo XIX.
- *Segunda revolución industrial*. Motores eléctricos y producción en masa a principios del siglo XX. Aparece el motor de combustión, se desarrolla el aeroplano y el automóvil, y como grandes inventos aparece el teléfono y la radio.
- *Tercera revolución industrial*. Automatización y la informática en los años setenta del siglo XX.
- *Cuarta revolución industrial*. Los actuales *sistemas ciberfísicos* que recopilan y procesan información, toman decisiones inteligentes y ejecutan tareas en entornos cambiantes.

La cuarta revolución industrial ha seguido a los procesos históricos constituidos por las revoluciones anteriores. La primera marcó el proceso de la producción manual a la mecanizada (entre 1760 y 1830) gracias a novedades como el motor de vapor. La segunda, alrededor de 1850, trajo la electricidad que, a su vez, permitió la fabricación masiva de productos con el soporte del teléfono y de la radio. La tercera revolución se produjo con la llegada de la electrónica y las tecnologías de la información y las comunicaciones, consiguiendo la automatización de la fabricación, así como el consumo masivo de la información

por los usuarios a nivel personal y en la empresa, por la aparición del computador personal PC creado por IBM y presentado en 1981. Esta tercera revolución en la que vivimos actualmente y que está dando paso a la cuarta revolución industrial que apenas estamos comenzando a vivir.

En la transición entre la tercera y la cuarta revolución industrial que analizaremos en el capítulo, han surgido en los primeros años de la segunda década del siglo XXI (y antes de consolidarse la iniciativa Industria 4.0 en Alemania y su consiguiente cuarta revolución industrial, que como veremos más adelante, surgieron entre 2011 y 2013, fecha de consolidación de ambos términos) dos propuestas con denominación de “Tercera Revolución Industrial” que, en realidad, entendemos coinciden con la actual cuarta revolución industrial. Estas dos propuestas fueron lanzadas por dos influyentes autoridades. Una de ellas, Jeremy Rifkin, conocido gurú de la sociología y la tecnología que, en 2011 publicó una de sus obras emblemáticas y de gran impacto mundial: “La Tercera Revolución Industrial”; y la otra autoridad, en este caso no humana sino medio de comunicación, la revista *The Economist* —la referencia mundial en el ámbito de la economía y los negocios— que publicó un dossier en abril de 2012 en el que pronosticaba *La tercera revolución industrial: la fábrica del futuro*. Es decir, si unimos las dos publicaciones de Rifkin y *The Economist*, en realidad tenemos las bases de la cuarta revolución industrial cuya iniciativa lanzó Alemania, como veremos más adelante, y que ha consolidado el Foro de Davos al principio de 2016 en su edición anual, en que ubicó como tema principal de debate “El dominio de la cuarta revolución industrial”, donde se terminaron de asentar los principios y tecnologías que soportan esta nueva revolución industrial.

La cuarta revolución industrial trae consigo una tendencia a la automatización total de la manufactura (fabricación). Su nombre proviene de la estrategia de alta tecnología que Alemania lanzó como idea importante en 2011 y que se consolidó en 2013 con el lanzamiento oficial, apoyado por su Gobierno Federal, de la Cuarta Revolución Industrial con el soporte de Industria 4.0 y que veremos con más detalle en los próximos apartados. La estrategia de alta tecnología propone llevar, como líder mundial que es en fabricación, su producción a una total independencia de la mano de obra humana.

La automatización se basa en los **sistemas ciberfísicos** facilitada por la **Nube** (*cloud computing*) y el **Internet de las Cosas**, con la ayuda indispensable de la **fabricación aditiva** mediante las **impresoras 3D** y, además, el soporte indispensable de la **inteligencia artificial** y de **big data**, como tecnologías clave para la conversión de los grandes volúmenes de datos que se comenzaban a generar en conocimiento y su uso eficiente en la toma de decisiones.

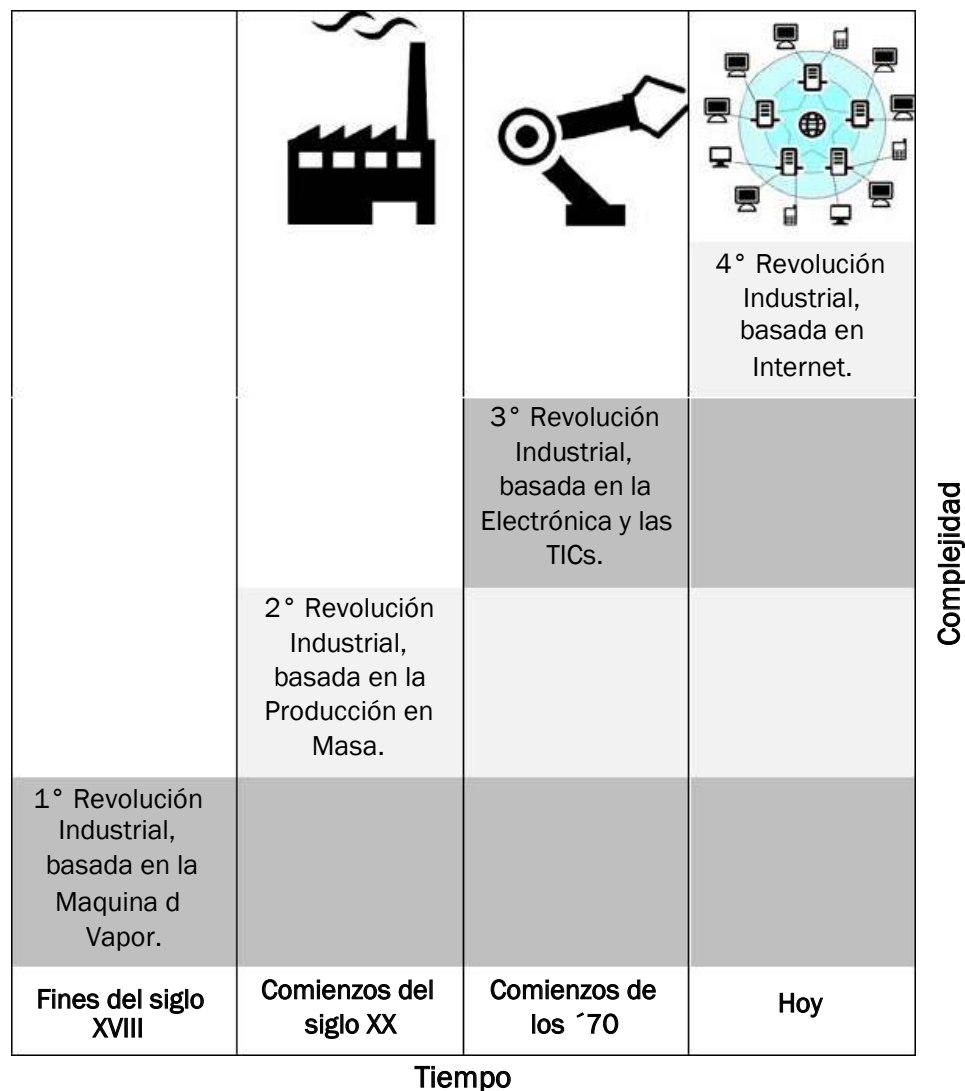


Figura 1.1 Las cuatro etapas de la revolución industrial.

Fuente: DFKI 2011, citada en ACATECH (abril, 2013: 13).

Los sistemas ciberfísicos combinan máquinas físicas y tangibles con procesos digitales, y son capaces de tomar decisiones descentralizadas y de cooperar entre ellos y con los humanos mediante el citado Internet de las Cosas. Con estos soportes tecnológicos nos dirigimos hacia las fábricas inteligentes y las empresas podrán crear redes inteligentes capaces de controlarse a sí mismas, a lo largo de toda la cadena de valor.

La **Industria 4.0** es el producto más tangible de la cuarta revolución industrial y está favoreciendo la **fabricación inteligente** en un marco revolucionario para diseñar, implantar y gestionar ecosistemas complejos que proporcionan

información en tiempo real y posibilitan las interacciones autónomas entre máquinas, sistemas, objetos y cosas. Este modelo permite sacar el máximo partido y rendimiento del *Internet de las cosas (IoT)*, la *nube*, los *big data* y la analítica de datos, la inteligencia artificial, las aplicaciones de última generación y la ciberseguridad.

PRIMERA Y SEGUNDA REVOLUCIONES INDUSTRIALES

La **Revolución Industrial** o **Primera Revolución Industrial** según la define la enciclopedia Wikipedia⁶ es «el proceso de transformación económica, social y tecnológica que se inició en la segunda mitad del siglo XVIII en Reino Unido y que se extendió unas décadas a gran parte de Europa Occidental y Norteamérica, y que concluyó entre 1820 y 1840». Lógicamente no hay unanimidad en las fechas, pero sí aproximadamente en esas décadas, aunque también se suele prolongar sobre todo el impacto hasta principios de la década de los setenta del siglo XIX, que también suele ser el origen de la segunda revolución industrial.

La **primera revolución industrial** supuso posiblemente el mayor cambio socioeconómico, tecnológico y cultural en la historia de la humanidad desde el neolítico. La economía basada en el trabajo manual fue reemplazada por otra dominada por la industria y la manufacturera. Se caracteriza porque la tecnología celebra: 1) el nacimiento del ferrocarril, que revoluciona y comienza a permitir el transporte de personas y mercancías en grandes dimensiones; 2) la máquina de vapor, que incrementa notablemente la capacidad de producción con el carbón como materia prima, ya que era el combustible de la máquina de vapor, descubierta por James Watt (1785); 3) la principal fuente de energía será el carbón, aunque va naciendo también el petróleo como materia prima. Un factor de impacto es el éxodo de personas del campo a la ciudad y el surgimiento del sector obrero.

La **segunda revolución industrial** se convierte en un proceso de innovaciones tecnológicas, científicas, sociales y económicas producidas en paralelo con la consolidación del capitalismo como sistema económico. Aparece el motor de combustión, se desarrolla el aeroplano y el automóvil, y como grandes inventos aparece el teléfono y la radio. Las principales fuentes de energía son el gas y el petróleo. Aparecen materias primas derivadas del petróleo y otras que no proviene de la naturaleza tales como el plástico y otros tipos de tejidos que se van a usar en la industria textil; la madera deja de usarse en profusión y la utilización de minerales aumenta⁷.

En esta época cobra protagonismo el movimiento obrero y surge la primera Internacional en 1864 y la segunda en 1889, con lo que el concepto de clase obrera se consolida.

LA TERCERA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL (RIFKIN)

La tercera revolución industrial es conocida también como revolución de la inteligencia (RCT)⁸ y es un concepto creado por Jeremy Rifkin, uno de los grandes pensadores actuales y consultor tecnológico y de futuro de gobiernos de países occidentales como Estados Unidos o Alemania. Este concepto fue avalado por el Parlamento Europeo en una declaración formal aprobada en junio de 2006.

Jeremy Rifkin publicó en 2011 *La Tercera Revolución Industrial*⁹ y supuso el detonante de un nuevo concepto acuñado para representar el impacto de la digitalización en la sociedad, junto a los cambios, sociales, económicos y tecnológico que está trayendo consigo. Su visión global de una era económica poscarbono sostenible ha sido refrendada por Naciones Unidas¹⁰ y por la Unión Europea y ha sido adaptada por dirigentes mundiales como la canciller alemana Angela Merkel, el presidente francés François Hollande o el premier chino Li Keqian.

Rifkin plantea que la Segunda Revolución Industrial, alimentada por el petróleo y otros combustibles fósiles, está entrando en una espiral que conduce a un final peligroso, los precios de la energía y los alimentos están subiendo, el desempleo se mantiene alto, las deudas de los consumidores y el gobierno están disparándose y la recuperación se está ralentizando. Y lo que es peor, el cambio climático derivado de la actividad industrial basada en los combustibles fósiles se cierne sobre el horizonte. Mientras nos enfrentamos a la posibilidad de un segundo colapso de la economía global, la humanidad está desesperada por una nueva visión económica y un plan de desarrollo económico sostenible que nos lleve hacia el futuro¹¹.

También plantea Rifkin que la tecnología de Internet y las energías renovables están a punto de fundirse para crear una potente nueva infraestructura para una Tercera Revolución Industrial (TRI) que cambiará el mundo en el siglo XXI. De gran interés es el pensamiento de Rifkin que debido a que la energía renovable (solar, eólica, térmica, hidráulica y de biomasa) está ampliamente distribuida, una Tercera Revolución Industrial es más proclive a despegar más rápido en los países en desarrollo¹². Sin duda, si se cumplen estas previsiones, supondrá un gran impacto social y económico en los países en desarrollo y se podrá llegar a una era sostenible post-carbón a mediados de siglo.

La tercera revolución industrial se caracteriza en cuanto a tecnología por: microelectrónica como bases, computador como la máquina más destacada, Internet el gran dinamizador del cambio y el uso de la energía atómica y energías renovables¹³. En cuanto a sociedad y economía, se caracteriza por: comportamientos globales de los medios de comunicación, un incremento demográfico, un incremento del consumo y la mercadotecnia (marketing) y por la generalización de la formación universitaria¹³.

Helena Herrero, en la presentación en Bilbao “*Digitalizar la empresa*” en el Congreso Nacional de Directivos de **apd** “Reindustrializar para ganar”, planteaba que el mundo 4.0 se caracteriza por: mayor población, clases medias, megaciudades, escasez de recursos y ciberconexiones, y las tecnologías 4.0 están marcadas por cuatro tendencias muy diferenciadas: *Nuevo estilo de las tecnologías de la información* (TI) representadas por *Big Data*, *Cloud*, *Movilidad* y *Seguridad*; *Internet de las cosas y de los servicios*; *el mundo digital 3D* y por la *sostenibilidad* ya que la tecnología se preocupará más que nunca de ser *sostenible* y velar por la escasez de recursos.

LA TERCERA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL: LA FÁBRICA DEL FUTURO (*THE ECONOMIST*)

La prestigiosa revista *The Economist*, referencia mundial en temas de economía, publicó el 21 de abril de 2012 un informe titulado *Social Manufacturing* (“*A Third Industrial Revolution*”)¹⁴, el cual se centró en la producción manufacturera mundial y que afectará a la economía global. Este fenómeno lo denominó *Fabricación Social* y cambiará radicalmente la forma en que se fabrican los productos. Esta revolución se sustentará en la *digitalización de la fabricación*, y *The Economist* consideró que se estaba a las puertas de un cambio social gigantesco. En la práctica la impresión 3D es la espina dorsal de esta nueva fabricación. Así en el proceso industrial, los diseñadores e ingenieros crean objetos tridimensionales con sus computadores. Cuando se hace “clic” en el botón “imprimir”, en una sala contigua o en una sala que puede estar en otro país, una impresora 3D empieza a moverse y, capa a capa, el objeto se crea. En lugar de tinta, la impresora utiliza materiales con base en plástico o nailon. *The Economist* anunció que ya en esa época había empresas y emprendedores fabricando calzado listo para llevar, piezas especiales para vehículos o fundas para teléfonos iPhone personalizados. La revista sostiene que la fabricación aditiva (nombre más fiel de impresión en 3D) es la punta de lanza de la revolución actual, o como la denominó, tercera revolución industrial o la era de la impresión 3D.

La fabricación digital o fabricación aditiva es una nueva forma de diseñar y fabricar productos, y también el concepto que se tiene de fábrica. En esencia, la fábrica del futuro se apoya en la fabricación digital. Pero entonces, ¿qué es la fabricación digital? Bajo esta denominación nos estamos refiriendo a la forma en que fabricamos los productos. Felgueroso¹⁵ explica que “el concepto de fabricación, desde la época de Atapuerca, que ha seguido la humanidad ha sido el mismo: hemos partido de materiales que nos ofrecía la naturaleza, como el tronco de un árbol o una piedra para mediante herramientas de corte, “eliminar” material hasta obtener el producto final (una canoa, un hacha...). En esencia, han evolucionado las tecnologías, pero el concepto no ha variado: “se elimina el

material que tanto le costado a la naturaleza unir para obtener mediante métodos substractivos el producto final deseado”¹⁵.

Por primera vez en la historia y desde hace unos años, existe la posibilidad de fabricar de un modo diferente, aditivamente y semejando a la naturaleza, lo cual cambia radicalmente la manera de diseñar y fabricar los productos. Los diseñadores e ingenieros de productos, sigue resaltando Felgueroso, tienen hoy limitadas sus capacidades creativas por las restricciones que imponen los procesos productivos convencionales. Por el contrario, la fabricación aditiva (impresión 3D) ofrece libertad en la concepción de un nuevo producto. En definitiva “lo que puede imaginar lo puede fabricar”¹⁶.

Todo en las fábricas del futuro, señala *The Economist*, funcionará con software inteligente. La digitalización en la fabricación (el sector manufacturero) tendrá un efecto disruptivo casi de tanto impacto como en otras industrias que se han digitalizado tales como equipos de oficina, telecomunicaciones, fotografía, música, edición y el cine, y los efectos no se limitarán a los grandes fabricantes; realmente, gran parte de lo que viene potenciará a pequeñas y medianas empresas y a los emprendedores individuales. El lanzamiento de nuevos productos se volverá más fácil y más barato. Las comunidades que ofertan impresión en 3D y otros servicios de producción serán un poco como Facebook y se están formando en línea, es decir un nuevo fenómeno que se podría llamar fabricación social (*social manufacturing*)¹⁷.

Las fábricas del futuro, ya en 2012, no eran ciencia ficción. Son una realidad del presente. En muchos países de Europa (Alemania entre otros) y en Estados Unidos existen ya empresas diseñando, fabricando y vendiendo productos de alto valor para sectores como el aeronáutico, médico, implantes... creando un gran valor añadido y generando unos resultados en calidad y en rentabilidad francamente muy positivos. La fábrica del futuro —sigue pronosticando *The Economist*— no dependerá de costosos utillajes de fabricación y, al contrario, la actividad de alto valor añadido permite estar cerca del consumidor final y responder ágilmente a los cambios de la demanda de manera local.

Existen ya empresas surgidas de la combinación de la fabricación aditiva con las inmensas posibilidades que ofrece Internet y las redes sociales. El potencial de ambas es inmenso, pero si se unen, se comprueba que con un poco de imaginación estamos ante nuevos modelos de negocio muy interesantes que permitirán transformar la forma en que hacemos las cosas y, con ello, nuestra economía. Hoy ya es posible, por ejemplo, enviar por Internet un avatar personalizado generado por su videojuego preferido y recibirlo físicamente en una semana en tu casa¹⁸.

EL PUENTE A LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

La digitalización puede afectar y transformar muchos sectores. Las *fábricas inteligentes* que están utilizando las nuevas ventajas tecnológicas permiten incorporar personalización de las características de cada producto para un cliente en el diseño, la configuración, la producción, la operación e incluso en el reciclado del producto. Herrero¹⁹ plantea que no solo afecta a la industria de la fabricación, sino que está también revolucionando la forma en que entendemos los negocios¹⁹. Hoy empresas tecnológicas están cambiando diversas industrias, como es el caso de la hotelera y la del taxi. La industria hotelera donde las reservaciones se realizan en su mayoría por Internet, y la industria del taxi, donde una aplicación como Uber está revolucionando el servicio: prueba de ello es que, a finales de noviembre de 2015, esta joven empresa estadounidense había sido valorada en unos 20.000 millones de euros, cifra mucho más alta que grandes empresas españolas.

Las tecnologías rompedoras (disruptivas) actuales nos encaminan hacia una economía colaborativa, en la que se crean comunidades de usuarios y proveedores, transformando completamente sus sectores.

La digitalización viene acompañada de innovaciones tecnológicas que cambiarán la industria tanto o más de lo que internet lo está haciendo con los medios, los negocios, la empresa y sociedad en general. La digitalización implica un proceso de transformación digital en las organizaciones y empresas que será necesario asumir por la alta dirección y todo su cuerpo de empleados y que, por su importancia en la cuarta revolución industrial, le dedicaremos un capítulo completo (capítulo 3).

INDUSTRIA 4.0: ORIGEN, EVOLUCIÓN Y FUTURO

La cuarta revolución industrial, conocida comúnmente como Industria 4.0, toma su nombre de una iniciativa lanzada en Alemania en 2011, liderada por hombres de negocio, políticos y académicos que la definieron como “un medio para aumentar la competitividad de la industria manufacturera (de fabricación) de Alemania a través de la creciente integración de los sistemas ciberfísicos (CPS, *Cyber-Physical Systems*) en los procesos de fabricación”.

CPS es un término genérico utilizado para representar la integración de las máquinas inteligentes, conectadas a Internet, y la mano de obra humana. Esta iniciativa se plasmó en la publicación en 2013 del informe *Industria 4.0 Working Group*, realizado por un gran conglomerado, en cantidad y calidad, de profesionales de la industria, expertos de inteligencia artificial, economistas y profesores universitarios, impulsados por la ACATECH (Academia de Ciencias e Ingeniería de Alemania). El gobierno alemán aprobó con rapidez la idea y anunció

que adoptaría una Estrategia de Alta Tecnología (High Tech Strategy) para preparar a la nación para esta nueva revolución industrial.

El proyecto original de Industria 4.0 de Alemania y su visión de la Cuarta Revolución Industrial fue presentada a Wulff, presidente federal de la República Alemana, durante la visita que realizó al DFKI (German Research for Artificial Intelligence). La presentación provista de tendencias y sistemas actuales en la industria y en la inteligencia artificial, incluyó las tendencias del sector TI (IT), especialmente Internet de las cosas e Internet 3D y servicios que conectan el material y los mundos digitales a través de sensores inalámbricos y memorias digitales de productos. En la presentación se comentó que “de modo similar a los servicios de *social media* en los cuales las personas intercambian información, ahora los productos manufacturados y los objetos de la vida diaria pueden comunicar información entre ellos sobre su estado, entorno, procesos de producción o planificación de mantenimiento”.²⁰

La iniciativa Industria 4.0 no solo encontró un apoyo masivo en Alemania, sino que también se le ha prestado atención en muchas otras partes del mundo. Los Estados Unidos siguieron pronto la iniciativa y estableció un consorcio industrial de Internet, en 2014, que fue liderado por gigantes de la industria tales como General Electric, AT&T, IBM e Intel. En España, la comunidad autónoma de Euskadi (País Vasco) fue la pionera en lanzar su iniciativa de Industria 4.0; y a nivel nacional, el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo anunció en julio de 2015, en colaboración con las empresas multinacionales españolas, Banco de Santander, Telefónica e Indra, la iniciativa **Industria Conectada 4.0** que fue presentada oficialmente, en octubre del mismo año, ya como proyecto oficial del estado, con ayuda presupuestaria dirigida a empresas que afrontasen la iniciativa.

El objetivo final que pretende el término Industria 4.0 acuñado por el gobierno alemán, era describir la digitalización de sistemas y procesos industriales y su interconexión mediante la Internet de las Cosas; en otras palabras, conseguir la transformación digital de la industria. Pese a todo el esfuerzo de propagación del término, en el caso alemán como origen del mismo, todavía muchas empresas de ese país siguen sin saber bien qué hacer con ese nuevo paradigma industrial y cómo posicionarse²¹. Uno de cada dos directivos de las industrias alemana, austriaca y suiza desconocen el término Industria 4.0; sólo una cuarta parte sí dice conocer el término, sin saber bien qué entender del mismo, y sólo la cuarta parte restante conoce bien los cambios que traerá consigo la Industria 4.0.

En España, el País Vasco está siendo pionero y el gobierno vasco lanzó una iniciativa para impulsar la Industria 4.0 haciendo propio el concepto y poniéndose un objetivo: que la industria vasca vuelva a alcanzar el 25% del PIB²². Más tarde comentaremos la iniciativa a nivel nacional, de *Industria Conectada 4.0*.

El término Industria 4.0 ha hecho fortuna y tanto en Europa como en Asia y América, ya existen iniciativas sobre el mismo. En realidad, el significado

inherente al término es la creación del concepto de **fábrica inteligente** que ha sido impulsado por las empresas industriales alemanas Siemens y Bosch.

Industria 4.0 viene asociado con el nacimiento de la **Cuarta Revolución Industrial** y se corresponde con una nueva manera de organizar los medios de producción utilizando las tecnologías digitales y la información inteligente de datos a partir del *Big Data* –las enormes cantidades de datos que se podrán transmitir entre objetos inteligentes a través del Internet de las Cosas.

El concepto fue utilizado por primera vez en 2011 en la Feria de Hannover (Salón de Tecnología Industrial). Posteriormente en 2013, el gobierno alemán encargó a una comisión de trabajo e investigación de la Academia Nacional de Ciencia e Ingeniería de Alemania (ACATECH) un informe que detallara el significado y el posible poder del término.

Las tecnologías disruptivas tales como *Cloud Computing* (La nube), Computación Ubicua, Internet de las cosas (*IoT, Internet of Things*), *Big Data y Analytics...* o las tendencias de consumo como **BYOD** (*Bring Your Own Device*) están revolucionando la forma de entender la tecnología y el modo en que interactuamos las personas con ella. A la industria están llegando las tecnologías anteriores unidas a otras que ya se apoyan en el campo de los sensores, las redes inalámbricas, los objetos inteligentes... Así tecnologías ya clásicas como **M2M** (*Machine to Machine*) soporte de la comunicación entre máquinas y dispositivos, redes inalámbricas de sensores **WSN** (*Wireless Sensor Networks*) y la evolución de la Internet de las cosas en el Internet Industrial de las Cosas, **IIoT** (*Industrial Internet of Things*) o **IoE**, Internet de Todo (*Internet of Everything*), como prefiere denominarlo Cisco –el gigante mundial de las telecomunicaciones.

INFORME FINAL INDUSTRIA 4.0 WORKING GROUP

La ya citada Academia Nacional de Ciencia e Ingeniería (ACATECH) de Alemania, presentó en abril de 2013 el informe final de Industrie 4.0 Working Group titulado *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*, que fue patrocinado por el Ministerio Federal de Educación e Investigación alemán. En este informe, en el que colaboraron miembros de grupos de trabajo, numerosos autores y expertos técnicos, se presentó un amplio panorama de la visión de Industria 4.0 como parte de un mundo interconectado e inteligente; luego se expusieron cinco casos de estudio que mostraron aplicaciones y ejemplo reales del impacto de la Industria 4.0 en el sector de la fabricación inteligente.

El informe comienza con una exposición de los antecedentes de cómo se ha llegado a la cuarta revolución industrial con un gráfico explicativo (Figura 1.1) de las cuatro etapas de la revolución industrial que, a su vez, ya había sido publicado en el informe original del Centro de Investigación DFKI en 2011.

Constata el informe que el empleo de las tecnologías de la información y la comunicación (ICT, Information and Communication Technology) en las cuatro últimas décadas ha producido una revolución que ha conducido a una transformación radical del mundo en que vivimos y trabajamos, con un impacto comparable a lo que supuso la mecanización y la electrificación en la primera y segunda revolución industriales.

La evolución del PC en dispositivos inteligentes ha venido acompañada, continúa el informe, por una tendencia creciente de infraestructuras y servicios de TI proporcionados a través de servicios inteligentes (*cloud computing*). De igual forma, los potentes microcomputadores autónomos (sistemas embebidos) están creciendo mediante la interconexión mutua de redes inalámbricas, entre sí y con la red Internet. El resultado ha sido la convergencia del mundo físico y del mundo virtual (cibespacio) en los sistemas ciberfísicos (Cyber Physical Systems, CPS).

A las tecnologías anteriores ha contribuido también la creciente introducción y penetración del entonces nuevo protocolo IPv6, que ofrece una cantidad enorme de direcciones de Internet disponibles y suficientes para permitir la conexión directa y universal de objetos inteligentes (50.000 millones de objetos interconectados para el año 2020 prevén las predicciones más optimistas).

El informe avanza en el concepto de Internet de las Cosas y Servicios que ahora permiten enlazar recursos de red, informaciones de objetos y personas. Los efectos de este fenómeno afectan también a la industria y a la evolución tecnológica que se ha definido como la cuarta etapa de la industrialización o Industria 4.0.

INDUSTRIA CONECTADA 4.0

La iniciativa **Industria Conectada 4.0** —proyecto lanzado por el Ministerio de Industria del Gobierno de España para promover la Industria 4.0 en este país— es la extensión del concepto Industria 4.0 a la realidad nacional española y se lanzó a finales de julio de 2015, habiéndose presentado ya el programa oficial y todo el proyecto el 8 de octubre de ese mismo año. El proyecto busca impulsar la **transformación digital** de la industria española mediante la actuación conjunta y coordinada del sector público y privado. Por parte oficial, el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, y por parte privada, las empresas multinacionales españolas, Banco de Santander, Telefónica e Indra.

El proyecto Industria Conectada 4.0 contempla los denominados habilitadores digitales, que son el conjunto de tecnologías que hacen posible esta nueva industria que explota el potencial del Internet de las cosas. Estos habilitadores se agrupan en tres grandes categorías²³ (Figura 1.2).

		Clientes/usuarios Empleados Colaboradores		
		Proceso	Producto	Modelo de negocio
Aplicaciones de gestión intraempresa	Aplicaciones de gestión interempresas	• Soluciones de negocios • Soluciones de inteligencia (Big Data & Analytics) y control • Plataformas colaborativas		
Comunicaciones y tratamiento de datos		• Ciberseguridad • Computación y cloud • Conectividad y movilidad embebidos		
Hibridación mundo físico y digital		• Impresión 3D • Robótica avanzada • Sensores y sistemas		

Figura 1.2 Marco conceptual de habilitadoras digitales.

Fuente: Informe original “Industria Conectada 4.0”. Ministerio de Industria, Energía y Turismo (8 de octubre, 2015).

<http://www.industriaconectada40.gob.es/Paginas/Index.aspx#inicio>

- **Hibridación del mundo físico y digital** que permiten poner en relación el mundo físico en el digital mediante sistemas de captación de información o de materialización de la información digital en el mundo físico. Los habilitadores de mayor relieve en la actualidad según el informe:
 - Impresión 3D (impresión aditiva)
 - Robótica avanzada
 - Sensores y sistemas embebidos
- **Comunicaciones y tratamiento de datos.** La información anterior se canaliza y procesa. Son las tecnologías que permiten trasladar la información en forma segura desde los habilitadores de hibridación del mundo físico y digital hasta el siguiente grupo. Esos habilitadores son indispensables para que todos los restantes puedan funcionar de manera adecuada y son fundamentalmente:
 - Computación y *cloud* (computación en la nube)
 - Conectividad [*hiperconectividad*] y movilidad

- Ciberseguridad
- **Aplicaciones de gestión *intraempresa/interempresa*.** La información alimenta a la tercera capa de habilitadores aplicando la inteligencia a los datos recibidos en aplicaciones de gestión. Conforman la capa de inteligencia o procesamiento de la información obtenida de los dos primeros bloques. Se consideran:
 - Soluciones de negocio
 - Soluciones de inteligencia (*Big Data* y *Analytics*) y control
 - Plataformas colaborativas

En el citado informe oficial presentado se insistía en la necesidad de la digitalización para mantener posiciones competitivas y hacía hincapié en la *hiperconectividad* y las nuevas tecnologías ya implantadas: la computación en la nube, el internet de las cosas, el big data y la *sensorización* (sensores, contadores inteligentes...) que permitirían que la industria pueda alcanzar la cuarta revolución industrial.

La industria 4.0 está soportada en cuatro grandes pilares, los tres citados del Internet de las cosas, la nube (*cloud*) y *Big Data*, y un cuarto: la Ciberseguridad. Son numerosos los estudios publicados desde el año 2015 sobre las tecnologías disruptivas de la Industria 4.0. Deseamos resaltar uno que ha tenido gran impacto en el mundo de la empresa e industria. Ha sido realizado por la consultora multinacional *Boston Consulting Group* y posteriormente lo ampliaremos. Este estudio define nueve pilares o parámetros de la industria 4.0. A los cuatro citados anteriormente añade:

- Robots autónomos [colaborativos, inteligentes,]
- Simulación 3D
- Sistemas integrados
- Realidad aumentada [geolocalización]
- Fabricación aditiva (impresión en 3D)

EL MODELO CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL DE DAVOS/SCHWAB

El influyente Foro de Davos (*World Economic Forum*) en su edición de 2016 celebrado en enero del mismo año en la ciudad suiza de Davos, tuvo como tema central de conferencias y debates «La Cuarta Revolución Industrial»²⁴ en su agenda global. Algunas cifras significativas del Foro de Davos de 2016 que reflejan su impacto global de las diferentes jornadas son: 2.500 participantes,

300 líderes mundiales destacados, 40 jefes de Estado y de gobierno, más de 140 países representados. Con ocasión del Foro de 2016 se presentó el libro *The Fourth Industrial Revolution*²⁵ escrito por Klaus Schwab, director y fundador del Foro de Davos. Esta obra se ha convertido en una referencia para el estudio de la cuarta revolución industrial y nosotros así la utilizaremos.

Al principio de su introducción, Schwab nos anticipa que: «Nos encontramos al principio de una revolución que está cambiando de manera fundamental la forma de vivir, trabajar y relacionarnos unos con otros. En su escala, alcance y complejidad, la transformación que producirá la cuarta revolución industrial no se parece a nada que la humanidad haya experimentado antes». La cuarta revolución industrial se caracteriza por el protagonismo tecnológico y la impresionante confluencia de avances tecnológicos que abarcará amplios campos: la inteligencia artificial (IA), la robótica, el internet de las cosas (IoT), los vehículos autónomos, la impresión 3D, la nanotecnología, la biotecnología, la ciencia de materiales, el almacenamiento de energía y la computación cuántica, entre otras. A estas tecnologías referidas añadiremos otras tecnologías clave que comentaremos con detalle más adelante, tales como big data, cloud computing y ciberseguridad, como pilares de la cuarta revolución industrial.

Schwab reconoce también que algunos académicos y profesionales consideran la evolución no como una nueva revolución industrial, sino parte de la tercera revolución industrial, al igual que lo hicimos en los apartados que titulamos «La tercera revolución industrial de Rifkin y *The Economist*».

Asimismo, Schwab considera que hay tres razones principales para pensar que las transformaciones actuales no representan una tercera revolución industrial, sino una nueva y cuarta revolución industrial que ya está en marcha y desplegándose:

- *Velocidad.* Los avances tecnológicos evolucionan a una velocidad exponencial en lugar de a una velocidad lineal como suele suceder en las transformaciones anteriores. Las razones se deben a la interconectividad del mundo actual en el que una nueva tecnología genera a su vez otras nuevas y más potentes tecnologías.
- *Amplitud y profundidad.* La combinación de múltiples tecnologías está produciendo la revolución digital e irrumpiendo en todo tipo de industrias, en la economía y negocios, así como en las personas y la sociedad.
- *Impacto de los sistemas.* La transformación de los sistemas complejos se está produciendo entre países, empresas, industrias y la sociedad en su conjunto.

TENDENCIAS TECNOLÓGICAS (MEGATENDENCIAS)

La selección de tecnologías clave -megatendencias- que ha realizado Schwab y que recomienda observar se basa en la investigación realizada por el Foro Económico Mundial y en el trabajo de varios de los Consejos para la Agenda Global que pertenecen al Foro. Las tecnologías de la **4RI** tienen una característica clave en común: «aprovechan el poder de penetración que tienen la digitalización y las tecnologías de la información [...]. La secuenciación genética, por ejemplo, no podría ser posible sin los avances en la potencia de cómputo y el análisis de datos [*big data*]. Del mismo modo, los robots avanzados no existirían sin la inteligencia artificial que, en sí misma, depende en gran medida de la potencia de cómputo».

Las megatendencias examinadas son agrupadas por Schwab (2016: 29-42) en tres grandes grupos, cada uno a su vez compuesto de impulsores o facilitadores tecnológicos: «físicos, digitales y biológicos, que se encuentran profundamente interrelacionados y las diferentes tecnologías se benefician entre sí, gracias a los descubrimientos y avances que cada grupo va logrando». Los avances en el campo tecnológico se enriquecen al fusionarse con otras áreas de conocimiento. La integración de los mundos físicos, biológicos y digitales afectan a todas las disciplinas y su impacto alcanza a la economía e industria, y están estrechamente relacionadas entre sí. En los próximos apartados y en los capítulos 2 y 3, examinaremos más en profundidad las tecnologías facilitadoras de la cuarta revolución industrial, varias de las cuales —sobre todo las tendencias físicas y digitales— coinciden, por lo que en este apartado sólo destacaremos aquellas tecnologías más centradas en el mundo físico y biológico.

Tendencias físicas

Las cuatro tendencias físicas destacadas por Schwab (2016: 30-33) son:

- Vehículos autónomos
- Impresión 3D (fabricación aditiva)
- Robótica avanzada
- Nuevos materiales

En lo relativo a nuevos materiales, Schwab menciona los diferentes tipos de materiales que están llegando al mercado y que considera tendrá gran impacto en amplios sectores industriales y sociales, aunque como muy bien señala, será difícil saber adónde conducirán los avances en nuevos materiales tales como: *nanomateriales* —el grafeno—, plásticos termoestables, nuevas clases de polímeros termoestables reciclables llamados «polihexahidrotiazinas» (PHT) que facilitarán la economía circular.

Tendencias digitales

Las tendencias tecnológicas reseñadas en el Foro de Davos —de las que ya hemos hablado y dedicaremos apartados y capítulos específicos— son: Internet de las Cosas y tecnologías financieras **blockchain** (cadenas de bloques o *libro de contabilidad distribuido*), con su aplicación más conocida, la moneda digital (*criptomoneda*) *bitcoin*. Analiza también el nuevo modelo de «economía bajo demanda» o de «consumo colaborativo» [o **economía colaborativa**, término más popular] en el que se recogen nuevos negocios colaborativos como Uber, Airbnb, etcétera.

Tendencias biológicas

«Las innovaciones en el campo biológico —y la genética en particular— son cuando menos impresionantes». Menciona Schwab los avances en el Proyecto Genoma Humano, biología sintética (ADN), ingeniería genética.

También señala cómo las diferentes tecnologías se funden entre sí para enriquecerse mutuamente como el caso de la fabricación 3D, que se combinará con la edición genética con el propósito de producir tejidos vivos para la reparación y regeneración de tejidos (bioimpresión).

En cualquier forma, Schwab advierte de los grandes retos sociales, médicos, éticos y psicológicos que plantean todas estas tendencias y que, por consiguiente, han de resolverse o al menos ser abordadas apropiadamente.

RETOS Y OPORTUNIDADES DE LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Una lectura detenida de la obra de Schwab, así como de las intervenciones en el Foro de Davos, edición 2016, de otros ponentes, permite deducir algunos de los muchos beneficios, retos, oportunidades e inconvenientes que podrían limitar el potencial de la cuarta revolución industrial.

Beneficios

Algunos de los beneficios más destacados de la 4RI son:

- Asegurar el potencial para conectar miles de millones de personas a las redes digitales.
- Mejorar drásticamente la eficiencia de las organizaciones.
- Gestionar los activos en forma más sostenible, ayudando incluso a regenerar el medio natural.
- Creciente armonización e integración de muchas disciplinas y descubrimientos diferentes.

- Innovaciones tangibles fruto de las interdependencias son una realidad; por ejemplo, las tecnologías de fabricación digital pueden interactuar en el mundo biológico.
- Otro ejemplo de interdependencia: «diseñadores y arquitectos están ya combinando el diseño por computador, la fabricación aditiva, la ingeniería de materiales y la biología sintética para crear sistemas que involucran la interacción entre microorganismos, nuestro cuerpo, los productos que consumimos e incluso los edificios que habitamos» (Schwab 2016:24).
- Creación de nuevos productos y servicios, tanto para los consumidores como para los proveedores.

Riesgos

Las ventajas de la nueva transformación que trae la cuarta revolución industrial son innumerables, pero también existen inconvenientes en forma de riesgos, privacidad... ya que vivimos en una época de grandes promesas y grandes peligros.

- La desigualdad como un desafío sistémico.
- Dificultad de las organizaciones para adaptarse al nuevo ritmo y los nuevos métodos.
- Necesidad de una transformación digital de una empresa.
- Cambio de posicionamiento de los gobiernos con respecto a los avances tecnológicos que podrían dejar de centrarse en tratar de regular para limitarse a capturar sus beneficios.
- Traslado del poder a quienes tienen mayores posibilidades de innovación y más recursos.
- Aparición de nuevos e importantes problemas de seguridad.
- Crecimiento de las desigualdades y fragmentación de las sociedades.

Oportunidades

- La cuarta revolución industrial está marcada por la convergencia de tecnologías digitales, físicas y biológicas y está sucediendo a gran escala y gran velocidad.
- La revolución afectará al mercado del empleo, el futuro del trabajo, la desigualdad, los marcos éticos, impactos en la seguridad geopolítica, etcétera.

El World Economic Forum tiene un gran número de Consejos sobre los temas de impacto mundial en la economía y la sociedad en general. Uno de ellos es relativo a la Cuarta Revolución Industrial (4RI) y engloba en su Consejo a los

copresidentes de todos los consejos relativos a los facilitadores de la 4RI para explorar y moldear sus implicaciones globales en gobierno, industria y sociedad.

<https://www.weforum.org/communities/the-fourth-industrial-revolution>

LAS TECNOLOGÍAS DISRUPTIVAS «PILARES DE LA INDUSTRIA 4.0»

El citado estudio²⁶ de The Boston Consulting Group publicado en abril de 2015, identifica nueve áreas básicas (pilares del avance tecnológico) que componen los bloques fundamentales de la Industria 4.0 (Figura 1.3).

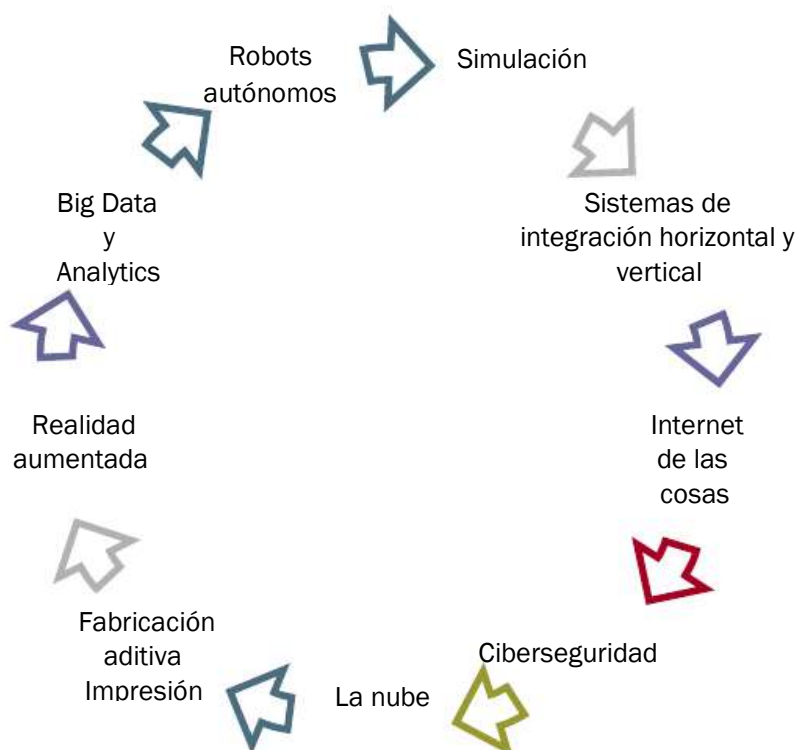


Figura 1.3 Nueve pilares del avance tecnológico en la Industria 4.0: la visión de la producción industrial del futuro.

Fuente: The Boston Consulting Group. The Nine Pillars of Technological Advancement

https://www.bcgperspectives.com/content/articles/engineered_products_project_business_industry_40_future_productivity_growth_manufacturing_industries/ [traducción adaptada]

La mayoría de estas nueve tecnologías ya se usan actualmente en las fábricas, sin embargo, es en la Industria 4.0 donde estas tecnologías transformarán la producción: células aisladas y optimizadas se unirán conjuntamente para formar flujos de producción totalmente integrados, automatizados y optimizados, lo que conllevará mayor eficiencia y un cambio en las relaciones tradicionales de producción entre distribuidores, productores y clientes, así como entre máquinas y humanos. Un extracto en traducción libre del estudio se describe a continuación.

Robots autónomos. «Muchas industrias han usado robots desde hace mucho tiempo para abordar tareas complejas, pero es ahora cuando los robots industriales están evolucionando para alcanzar una mayor utilidad. Cada vez son más autónomos, flexibles, colaborativos y cooperativos hasta tal punto que interactuarán con otros robots y trabajarán lado a lado con humanos en forma segura, aprendiendo de ellos en un nuevo modelo de robot humanoide, denominado **cobot**. Estos robots costarán menos y tendrán más capacidades que los usados actualmente en la fabricación». La inteligencia artificial aplicada a la industria de la robótica ha generado en los últimos años, los **robots virtuales (asistentes virtuales)** representados en los *bots* y *chatbots* cuya presencia en empresas e industrias de todo tipo es cada día mayor, en los diferentes sectores de las organizaciones, así como en aplicaciones de gestión empresarial y para la toma de decisiones.

Simulación. «En la fase de ingeniería ya se usan hoy día simulaciones 3D de productos, materiales y procesos de producción. Pero en el futuro las simulaciones se usarán también en forma más extensa en operaciones de planta. Estas simulaciones explotarán datos en tiempo real que reflejarán el mundo físico en un modelo virtual, el cual incluirá máquinas, productos y humanos. Esto permitirá a los operadores realizar pruebas y optimizar las configuraciones de las máquinas para el producto siguiente en la línea de producción virtual antes de cualquier cambio en el mundo físico, reduciendo así los tiempos de configuración de las máquinas y aumentando la calidad».

Sistemas de integración horizontal y vertical. «La mayoría de los sistemas TI (tecnologías de la información) no están plenamente integrados actualmente. Las compañías, los distribuidores y los clientes no suelen estar estrechamente vinculados; tampoco los departamentos como los de ingeniería, producción o servicio. Las funciones desde la empresa hasta el nivel de planta no están totalmente integradas. Incluso el departamento de ingeniería en sí (producto-planta-automatización) carece de completa integración. Sin embargo, con la Industria 4.0 las compañías, los departamentos, las funciones y las capacidades estarán mucho más cohesionados. Redes universales de integración de datos evolucionarán y permitirán cadenas de valor verdaderamente automatizadas».

Internet industrial de las cosas. «Al día de hoy, solo algunos sensores y máquinas trabajan en red y hacen uso de computación empotrada (embebida). Generalmente están organizados en una pirámide de automatización vertical en

la cual los sensores, los dispositivos de campo con inteligencia limitada y los controladores de automatización están gobernados por un sistema de control global. Con el Internet Industrial de las Cosas, un mayor número de dispositivos (a veces, incluso productos no terminados) se enriquecerán de la computación empujada y se conectarán a través de estándares tecnológicos. Esto permitirá a los dispositivos de campo comunicarse e interactuar tanto con otros iguales a ellos como con controladores más centralizados, según sea necesario. También descentraliza el análisis y la toma de decisiones, lo que permitirá respuestas en tiempo real».

Ciberseguridad. «Muchas compañías todavía dependen de sistemas de gestión y producción desconectados o cerrados, pero con la creciente conectividad y uso de protocolos de comunicación estándar que conlleva la Industria 4.0, la necesidad de proteger los sistemas industriales críticos y líneas de fabricación de las amenazas de ciberseguridad aumentan dramáticamente. Como resultado, son esenciales tanto comunicaciones seguras y fiables como sofisticados sistemas de gestión de identidad y acceso de máquinas y usuarios».

Computación en la nube. «Las compañías ya usan software basado en la nube para algunas aplicaciones de empresa y de análisis, pero con la Industria 4.0 un mayor número de tareas relacionadas con la producción requerirán mayor intercambio de datos entre lugares y compañías. Al mismo tiempo, el rendimiento de las tecnologías en la nube mejorará, alcanzando tiempos de reacción de sólo unos milisegundos. Como resultado, los datos y la funcionalidad de las máquinas irán poco a poco haciendo uso cada vez más de la computación en la nube, permitiendo más servicios basados en datos para los sistemas de producción. Incluso los sistemas de monitorización y control de procesos podrán estar basados en la nube».

Fabricación aditiva. «Las compañías empiezan a adoptar la fabricación aditiva, por ejemplo, la impresión 3D, la cual se usa principalmente para crear prototipos y producir componentes individuales. Con la Industria 4.0 estos métodos de fabricación aditiva serán ampliamente usados para producir pequeños lotes de productos personalizados que ofrecen ventajas de construcción, como son los diseños ligeros y complejos. Los sistemas de fabricación aditiva descentralizados, de alto rendimiento, reducirán las distancias de transporte y el stock de productos».

Realidad aumentada. «Los sistemas basados en realidad aumentada soportan una gran variedad de servicios, como por ejemplo la selección de piezas en un almacén y el envío de instrucciones de reparación a través de dispositivos móviles. Estos sistemas se encuentran aún en sus primeros pasos, pero en el futuro las compañías harán un uso mucho más amplio de la realidad aumentada para proporcionar a los trabajadores información en tiempo real con el objetivo de mejorar la toma de decisiones y los procedimientos de trabajo. Por ejemplo, los trabajadores podrían recibir instrucciones de cómo sustituir una pieza en particular mientras están mirando el propio sistema bajo reparación, a través de

unas gafas de realidad aumentada. Otra aplicación podría ser la formación de trabajadores en forma virtual».

Big Data y Analytics. «El análisis de grandes cantidades de datos ha surgido recientemente en el mundo industrial, permitiendo optimizar la calidad de la producción, ahorrar energía y mejorar el equipamiento. En la industria 4.0, la obtención y exhaustiva evaluación de datos procedente de numerosas fuentes distintas (equipos y sistemas de producción, sistemas de gestión de clientes...) se convertirá en norma para el apoyo en la toma de decisiones en tiempo real».

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Aunque el estudio de *The Boston Consulting Group* no cita expresamente la inteligencia artificial como tecnología disruptiva de impacto en Industria 4.0, en esta década y sobre todo en los últimos años la inteligencia artificial aplicada ha adquirido una gran relevancia al comenzar a llegar a la empresa y a las organizaciones y su impacto práctico es ya una realidad. El advenimiento de *big data* y la posibilidad de procesar y dar inteligencia a grandes volúmenes de datos, ha facilitado que numerosas aplicaciones de computación sean específicamente diseñadas con técnicas de IA o bien integradas o embebidas en otras aplicaciones. Su impacto en la robótica virtual ha hecho despegar a los **bots** y **chatbots**, popularizados por Apple en su asistente virtual Siri, como asistentes virtuales especializados en empresas o específicos de ellas, o bien mediante interfaces API integrados en las redes sociales propias de las entidades.

A lo largo de los años 2016 y 2017 se han consolidado y popularizado -como se verá en el capítulo 9 dedicado a Inteligencia Artificial- asistentes virtuales (de voz) tales como **Alexa** de Amazon, **Assistant** de Google, **Cortana** de Microsoft, y el más reciente de Samsung, **Bixby**, presentado el 20 de marzo de 2017 para su conexión con dispositivos móviles inteligentes y electrodomésticos de Samsung y presentado ya integrado en el nuevo teléfono inteligente *Galaxy S8* unos días más tarde (29 de marzo, 2017) coincidiendo con la presentación mundial de dicho teléfono. Y, naturalmente, Siri de Apple que continúa siendo líder en asistentes virtuales de voz, para los dispositivos iPhone y iPad.

La inteligencia artificial desde el advenimiento de *Big Data* está llegando a numerosos sectores que hasta hace unos años prácticamente era impredecible, y que en la actualidad están impactando en la ciberseguridad de las organizaciones y empresas. Una nueva generación de plataformas de negocio están surgiendo en la convergencia del **aprendizaje automático** (*machine learning*) –y recientemente el **aprendizaje profundo** (*deep learning*)– y *big data*, lo cual traerá un gran cambio en materia de ciberseguridad. Los algoritmos de aprendizaje automático, unidos al uso de las redes neuronales artificiales con el aprendizaje profundo, están comenzando a utilizarse en un gran número de

campos, desde los negocios y la administración de empresas, hasta la industria, el sector de la salud, el sector de la ciberseguridad, etcétera.

La computación cognitiva –representada fundamentalmente por **IBM Watson**– ha iniciado un despegue que en los próximos años tendrá un gran impacto mediático y económico. IBM decidió hace varios años cambiar su modelo de negocio principal y centrarse en las tecnologías cognitivas a través de su supercomputador Watson, la referencia central del fabricante.

Watson se hizo famoso al competir en 2011 en un famoso concurso de TV estadounidense de preguntas, *Jeopardy*, al derrotar a sus dos oponentes humanos, como ya lo hiciera en 1977 el supercomputador *DeepBlue*, que ganó a Gary Kasparov –campeón mundial– jugando al ajedrez.

IBM Watson es el primer sistema cognitivo diseñado de tal forma que los computadores no se programan, sino que son capaces de entender el lenguaje natural de las personas y aprender. Se ha convertido, desde el 2011, en una tecnología comercial accesible a través de la nube y que cuenta con clientes en numerosos sectores y países del mundo, entre ellos España, donde gracias a la colaboración con CaixaBank ha aprendido, además de técnicas financieras, el lenguaje español.

LA ERA DE LA INTERNET DE LAS COSAS Y LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Jeremy Rifkin en su último libro ya citado, publicado en 2014 (en español, septiembre 2014) no plantea la cuarta revolución industrial como tal, sino sigue insistiendo en la Tercera Revolución Industrial producto de una plataforma tecnológica nueva y poderosa que acelera el final del capitalismo al acentuar su contradicción actual²⁷. La idea fundamental que subyace la nueva teoría de Rifkin es que la Internet de las comunicaciones, una internet de la energía y una internet de la logística [o del transporte], incipientes en una infraestructura inteligente del siglo XXI, perfectamente integrada –la llamada Internet de las cosas, **IdC (IoT, Internet of Things)**– está dando lugar a una Tercera Revolución Industrial²⁸. La Internet de las cosas ya está aumentando la productividad hasta el punto de que el *costo marginal* de producir muchos bienes y servicios es casi nulo y esos bienes y servicios son prácticamente gratuitos. El resultado, señala Rifkin, es que los beneficios empresariales se están empezando a evaporar; los derechos de propiedad pierden fuerza y la economía basada en la escasez da paso, lentamente, a una economía de la abundancia.

Sin embargo, a medida que se entró en la segunda mitad de la actual década (2015) se consolidaron nuevos paradigmas tecnológicos de los que sobresalen fundamentalmente *big data*, internet de las cosas, impresión 3D, todas ellas con

el soporte de la computación en la nube, los medios sociales, la movilidad y sus tecnologías móviles asociadas.

El nacimiento de la cuarta revolución industrial se confirmó en la Feria Tecnológica CeBIT 2015²⁹ (16 al 20 de marzo de 2015), uno de los eventos de referencia mundial junto con CES Las Vegas (que se celebró un par de meses antes, enero 2015) y que también abordó esta cuarta revolución industrial. La edición CeBIT 2015 que se llevó a cabo en la ciudad alemana de Hannover (29a. edición) se centró en el concepto “*djconomy/la cuarta revolución industrial: modelos de negocios disruptivos e innovaciones radicales*”.

En la página principal de la feria se presentaron las tres fases clave a estudiar y desarrollar: siglo XIX (vapor y electricidad), siglo XX (computadoras/informáticas), siglo XXI (digitalización), el tema central *djconomy* y el país invitado China conformaron los objetivos fundamentales de la feria. Las cuatro tecnologías que se consideraron en CeBIT 2015 fueron: *Datability*, *Big Data*, *Cloud*, Movilidad y *Social Business*. *Datability* o nuevos medios para manipular y almacenar Big Data. Las tendencias se centraron en empresas *star-ups*, *Big Data&Cloud*, Movilidad, Seguridad IT, *Social Business* e Internet de las cosas.

¿VIVIMOS YA EN LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL?

Sí, pensamos que estamos en los albores de la cuarta revolución industrial. Han transcurrido seis años desde que Rifkin nos anunciara su tercera revolución industrial y ahora el mismo reputado autor publicó su ya citada nueva obra (Rifkin 2014), donde si bien no anuncia la cuarta revolución industrial, sí constata en el subtítulo de dicha obra el soporte en que nosotros nos apoyamos: “*El internet de las cosas, el procomún colaborativo y el eclipse del capitalismo*”.

Consideramos que al igual que sucedió con su TRI (*Tercera Revolución Industrial*), ahora anuncia “entre líneas” ya que no la define explícitamente. Han comenzado a surgir informes a nivel internacional tanto de autores muy reconocidos³⁰, como de organismos, empresas, consultoras³¹, institutos de investigación internacionales que publican obras, estudios, informes, sobre esta naciente revolución y avalan este nuevo paradigma. SAP³², el gran fabricante alemán de software de negocios, posiblemente el número uno en ventas de software del mundo, ha comenzado a acuñar la cuarta revolución industrial, Industria 4.0, ofreciendo la promesa de llevar dos palabras juntas: fabricación industrial “*industrial manufacturing*” y siguiente generación de TI (IT) para crear un nuevo nivel de eficiencia y eficacia.

Sí, realmente las señales son inequívocas y la cuarta revolución industrial, estamos convencidos por los numerosos síntomas, algunos ya citados, despegó a partir de 2015. A medida que cada vez mayor número de fábricas se vuelven inteligentes, el anuncio se ha hecho inminente. Si bien, los estudios más rigurosos que hemos consultado también consideran que una adopción global

completa del Internet Industrial impulsado principalmente por el Internet de las cosas, *big data* y la impresión 3D no llegará hasta la próxima década.

Sin embargo, las estrategias de, por ejemplo, empresas alemanas punteras en la industria mundial como SAP y Siemens, son muy claras. La visión de la fabricación de mañana combina fábricas y máquinas inteligentes, materias primas y productos que se comunican dentro de una “internet de las cosas” y que impulsarán cooperativamente la producción. Un análisis eficiente de los grandes volúmenes de datos (*big data*) compondrán la plataforma de lanzamiento.

En resumen y como caso de estudio, España; Helena Herrera, presidenta de HP España y Portugal, en su excelente artículo publicado en el periódico español *El Mundo*³³ y en una presentación aneja realizada en un evento empresarial de su propuesta de cuarta revolución industrial, concluía: “Una industria 4.0 conectada con una sociedad 4.0 que aborde las necesidades de la sociedad de hoy y de la futura y que marque las pautas de la reindustrialización, y con ello del liderazgo de nuestra economía y nuestro progreso como país”.

INTERNET DE LAS COSAS. LA GRAN OPORTUNIDAD PARA IMPULSAR LA ECONOMÍA Y LOS NEGOCIOS

Existen muchas definiciones de Internet de las cosas (**IoT**, **IdC**) y hemos optado en primer lugar por exponer la dada por la consultora Gartner en su prestigioso *IT Glossary*: «Una red de objetos físicos que contienen tecnología embebida para comunicar y medir o interactuar con sus estados internet o el ambiente exterior»³⁴. Cada objeto físico podrá tener su identificador propio, su protocolo de Internet (IP), máxime desde que se ha implantado el protocolo IPv6 que permitirá miles de millones de referencias IP, prácticamente sin límites como sucedía con el protocolo anterior IPv4.

La IdC conectará todas las cosas con todas las personas y, por extensión, todas las máquinas. La nueva plataforma IdC que se soportará en la plataforma de la nube, conectará las personas y máquinas, recursos naturales, cadenas de producción, redes de logística, hábitos de consumo, flujos de reciclaje y prácticamente cualquier otro aspecto de la vida económica y social, estarán conectados mediante sensores y programas a la citada plataforma³⁵. Se generarán grandes volúmenes de datos (*big data*) que serán procesados y examinados mediante técnicas de analítica predictiva que podrán ser utilizados en una toma de decisiones muy eficiente y, como señala Rifkin, aumentar la productividad y reducir casi a cero el costo marginal de producir y distribuir toda una gama de bienes y servicios por toda la economía.

La cantidad de objetos que se conectarán a Internet crecerá exponencialmente en los próximos años. No obstante, no hay lógicamente unanimidad en las predicciones futuras, pero los números de las fuentes rigurosas y fiables son

sorprendentes: GSMA (Groupe Special Mobile), la organización mundial que rige los estándares de telefonía celular (móvil), estima que en 2020 habrá 24.000 millones de dispositivos conectados, mientras que Cisco y Ericsson, dos de las grandes empresas de comunicaciones a nivel mundial, calculan que se alcanzará los 50.000 millones³⁶. En cualquier caso, esas mismas fuentes y muchas otras de organizaciones internacionales piensan que podrían ser datos conservadores ya que sólo se está teniendo en cuenta los dispositivos conectados directamente a Internet (un objeto, una dirección IP) sin considerar los dispositivos periféricos que están diseñados para conectarse inmediatamente a través de teléfonos inteligentes, tabletas, las redes WiFi de casa o del trabajo, u otros dispositivos inteligentes como es el caso de las nuevas tecnologías *ponibles* (*wearables*) que ya se conectan y seguirán conectándose a internet, como relojes, pulseras, anillos, ropa, etcétera.

La Internet de las cosas está liderando la cuarta revolución industrial y cada vez más empresas comprueban a diario que IoT aporta grandes beneficios y crea un gran flujo de datos que se pueden almacenar y explotar permitiendo la interconexión de dispositivos con acceso a Internet. Desde los últimos 15 años, las empresas han adoptado una amplia gama de tecnologías basadas en dispositivos inteligentes para mejorar la visibilidad de los procesos y operaciones. Estas tecnologías incluyen códigos de barras, códigos QR, chips de identificación por radiofrecuencia (RFID), sistemas de posicionamiento global (GPS), sensores de todo tipo, identificadores, sistemas de posicionamiento en tiempo real (RTLS), etcétera.

Los sensores, en particular como principal dispositivo del IoT, son de muy diferentes categorías: logística (registran y comunican la disponibilidad de recursos brutos, informan a la sede central de existencias actuales en los almacenes, detectan averías en la cadena de producción y en la de envío de paquetes), ambientales (medición de temperaturas, humedades, presiones), en la industria eléctrica (contadores inteligentes y comunicación en tiempo real del consumo de electricidad en hogares y empresas, programación de aparatos electrónicos para conexión/apagado con el objeto de reducir el consumo eléctrico), distribución comercial (localizar el paradero de productos enviados a consumidores y minoristas mediante flotas de transporte; en el medio natural, para administrar los ecosistemas de la Tierra (aviso a bomberos de condiciones peligrosas que puedan ocasionar incendios, medición de los niveles de contaminación, incluso medición de la cantidad de desperdicios y residuos que se reciclan, etc.); sector agrícola (comprobación de condiciones meteorológicas, cambios de humedad del suelo, dispersión del polen; o insertados en las cajas de frutas y hortalizas para medición de su estado de conservación y toma de decisiones de aprovisionamiento a clientes, en función de su distancia a los almacenes). El uso de los sensores y sus aplicaciones se puede considerar infinito y difícil, por no decir imposible de cuantificar.

TECNOLOGÍAS *WEARABLES* (PONIBLES)

Las tecnologías *wearables* (*ponibles*)³⁷ -o vestibles- son otra de las tendencias que están impactando en que Internet de las cosas se esté convirtiendo en la base de la cuarta revolución industrial, cuya evolución y consolidación continuará sin duda a lo largo de esta década. La Fundación Fundéu opta por la traducción de **ponible** para referirse a la tecnología que incorporan los dispositivos, prendas y complementos, dado que se refiere a una formación regular a partir del verbo poner, que alude al hecho de que estos objetos tecnológicos se pueden llevar puestos.

Tecnología *wearable* hace referencia al conjunto de aparatos y dispositivos electrónicos que se incorporan en alguna parte de nuestro cuerpo interactuando con el usuario y con otros dispositivos (teléfonos inteligentes, por ejemplo) con la finalidad de realizar alguna función específica. Cada día existen más *dispositivos ponibles*: relojes inteligentes (*smartwatches*), pulseras para monitorizar nuestro estado de salud, anillos, zapatillas de deportes con GPS incorporado, camisetas, gafas, pantalones.

Aunque las tecnologías *wearables* datan de la década de los setenta, no ha sido hasta la década del 2010 cuando esta tecnología ha evolucionado lo suficiente como para atraer a los consumidores y fue en la Feria Internacional de Electrónica de las Vegas en enero de 2014 cuando se puede considerar el punto de partida real donde grandes empresas como Intel, Adidas, Sony o Rebook presentaron al público los dispositivos más variados.

Las gafas inteligentes de Google han sido y siguen siendo el estandarte de estas tecnologías, pero existen también accesorios y complementos de moda como relojes, anillos y pulseras que se encienden al identificar la huella dactilar. Estos complementos digitales almacenan toda la información sobre el estilo de vida del usuario, como los kilómetros que se caminan durante el día, el ritmo cardíaco, los ciclos de sueño, etc. Al disponer de tecnología inalámbrica incorporada, pueden interactuar con otros dispositivos electrónicos pudiendo hacer tareas como abrir las puertas de la casa, encender (prender) el motor del coche (carro), pagar las compras en comercios, cargar y descargar todo tipo de archivos como documentos, imágenes, videos, audios, con simples movimientos de la muñeca.

Las aplicaciones de los dispositivos *ponibles* son innumerables; además de las mencionadas, el sector textil fabrica prendas infantiles que pueden indicar y enviar una señal al teléfono inteligente cuando el bebé tiene fiebre, ropa deportiva para ayudar al deportista en el aprendizajes de su deporte favorito, sudaderas con leds que iluminan las calles oscuras, contabilizan los kilómetros recorridos, el ritmo cardíaco, las calorías quemadas y, en general, el rendimiento en la práctica del deporte.

Las áreas de influencia de las tecnologías ponibles también son muy variadas. Por ejemplo, en el campo de la seguridad de los trabajadores y en el caso del cuerpo de bomberos, los cascos pueden monitorizar los niveles de oxígeno y la temperatura que soporta el bombero durante los trabajos de extinción de incendios, además puede llevar incorporado un localizador GPS, el cual permite conocer en todo momento el lugar exacto en que se encuentra.

Las tecnologías *wearables* impactarán notablemente en Internet de las cosas, y a medida que las futuras redes móviles 5G —cuyo despliegue comercial se espera para el año 2020— y se extiendan las impresoras 3D no solo en la empresa y en la industria, sino en ambientes domésticos y de trabajo diario, las ciudades inteligentes y las fábricas inteligentes serán una realidad tangible como reflejo fiel de la revolución que traerá el advenimiento del internet de las cosas.

INTERNET DE LAS COSAS EN EL HORIZONTE 2025

El Centro de Investigación Pew —uno de los más reconocidos a nivel mundial en la investigación de Internet— y la Universidad de Elon publicaron a principios de junio de 2014 un informe³⁸ sobre la evolución de la Internet de las cosas hasta 2025, tras solicitar la colaboración de más de 12.000 expertos de reconocido prestigio internacional. Las observaciones más sobresalientes señalan que la red interconectada de objetos es con creces la “electricidad” menos visible de nuestra vida cotidiana como consecuencia de la rápida expansión de los *wearables* (objetos ponibles/vestibles) y la computación embebida. Se prevé un crecimiento sin precedentes de los dispositivos. Sensores, actuadores... que monitorizarán nuestra salud, nuestras actividades cotidianas, nuestros trabajos, nuestro ocio..., los cuales podrán controlar en forma remota las casas en las que vivimos o gestionar de modo inteligente los principales recursos económicos y sociales. Recordemos cifras de Cisco: en 2013 había 13.000 millones de dispositivos conectados a Internet, 20.000 millones al final de 2015 y se estima 50.000 millones en 2020. Aquí se incluirán teléfonos, tabletas, chips, sensores, actuadores, dispositivos, implantes, etc., junto con muchos otros dispositivos que hoy día ni imaginamos. Otras conclusiones de impacto recogidas en el informe son: los efectos benéficos en nuestra vida en 2025: los expertos creen que el 83% producirá efectos muy beneficiosos por sólo un 17% que consideran no sucederá así.

Los temas sobresalientes que el informe de Pew considera necesarios tener presentes en esta visión del futuro son:

1. La Internet de las cosas y la computación *wearable* progresarán con fuerza hasta 2025. La internet de las cosas llegará a todas partes facilitando la toma de decisiones, la planificación y hasta los movimientos de los inventarios. El tamaño de los dispositivos inteligentes se hará cada vez más pequeño y se fusionarán

lentamente en la parte del cuerpo en la que opere el sentido relacionado a dicho dispositivo. También los expertos consideran que muchos de los dispositivos que utilicemos en nuestro día a día se comunicarán en nuestro nombre al interactuar con otros mundos físicos o virtuales. Aparecerán los chips subcutáneos que vigilen las constantes vitales de los pacientes, aplicaciones que ayuden a los internautas a controlar sus actividades rutinarias –el precalentamiento del horno o la temperatura del agua del baño o de la ducha–, ciudades inteligentes con GPS que contribuyan a gestionar el tráfico; o carreteras, edificios y puentes cuyo estado y desgaste se pueda cuantificar en todo momento. Uno de los expertos consultados por el Pew llegó a sentenciar que “cada parte de nuestra vida será cuantificable” ³⁹.

2. *El mundo estará inundado de datos; tal vez el Big Data actual se volverá pequeño, pequeño y, en cualquier caso, suscitará preocupaciones sustanciales de privacidad.* El riesgo de renuncia a la privacidad será muy elevado y las organizaciones nacionales e internacionales responsables deberán preocuparse por velar por ella, pese a los riesgos reales que existirán de su vulneración.
3. *Las interfaces de información progresarán de modo espectacular.* Los comandos táctiles y de voz, mejores sensores y algoritmos avanzados permitirán a los sistemas de cómputo aprender de las capacidades y limitación de los usuarios. La información recogida en el análisis de gestos, movimientos o conversaciones, ofrecerá mucha flexibilidad a los usuarios mediante la automatización de los citados sistemas. En 2025 seremos capaces de escribir en los móviles tan rápido como lo hacemos en un teclado y pantalla completa, estemos donde estemos. La interacción cerebro-máquina, sin embargo, no será posible para los usuarios físicos. *Se podrá vivir en un mundo totalmente conectado, pero donde muchas cosas no funcionarán y lo que es peor, nadie sabrá arreglarlas.* Esta circunstancia se deberá a la alta complejidad de la internet de las cosas.
4. *Los marginados serán las personas no conectadas y los que no deseen estar conectados.* Se podrá producir una nueva brecha digital, ahora los nativos digitales serán nativos conectados. Los países desarrollados serán los primeros testigos de esta impresionante evolución de la tecnología, pero ¿qué sucederá con los ciudadanos de países menos desarrollados? Sin duda, se producirá una mayor brecha entre los que dispongan de tecnología y aquellos que no.
5. *Las interacciones infinitas del IoT cambiarán las relaciones entre las personas y sus grupos.* Se producirá una redefinición de las

relaciones. La organización de los asuntos y negocios se hará a través de nubes cada vez más extendidas. Estas nubes podrán ser más sociales que las propias redes sociales que conocemos hoy día y habrá empresas que se encarguen de proporcionarlas y programarlas en nombre o de parte de las personas y de las cosas.

LAS CIUDADES INTELIGENTES (*SMART CITIES*)

La **ciudad inteligente** (*smart city*) es, sin género de dudas, el exponente más claro y notorio de la revolución que entraña la Internet de las cosas. La definición de ciudad inteligente ha ido variando y seguirá variando a medida que la IoT avance y evolucione en beneficio del ciudadano. Las ciudades inteligentes, o al menos las que mayor impacto están produciendo, son aquellas pioneras en el desarrollo y mejora de variables de sostenibilidad y eficiencia energética, movilidad y transporte, atención ciudadana y seguridad o competitividad y economía, que sin duda mejoran y cambian la forma de vivir y trabajar de sus ciudadanos. Las plataformas de IoT, *Big Data* y *Open Data* son las que impulsan a las ciudades para su conversión en ciudades digitales.

En España, la compañía Telefónica está liderando y apoyando la transformación de las ciudades con el objetivo de hacerlas más eficientes, responsables, sostenibles y, en definitiva, inteligentes⁴⁰. Así, ciudades en las que trabaja la compañía al lado de los responsables de sus corporaciones locales (ayuntamientos o municipalidades) y otras empresas de diferentes ámbitos son: Santander, Barcelona, Zaragoza, Málaga, Logroño, Sevilla o Valencia, además de otros proyectos de ciudades inteligentes en otras ciudades europeas. En este proyecto, Telefónica proporcionará la red de comunicaciones *multitecnológica* – WiFi, Wimax, satélite, fibra óptica 4G y en su día la futura 5G– que integra el transporte de la información recogida por los sensores instalados en los contenedores, buques, trenes y sistemas automatizados de gestión de tráfico y una plataforma horizontal basada en estándares Fi-Ware (de la Unión Europea en el Futuro de Internet) cuyo objetivo es la recopilación, análisis y exposición de la información agregada de los distintos sensores y subsistemas que componen la solución.

En el programa de la Smart City Expo World Congress 2014 de Barcelona (18 al 24 de noviembre, 2014) se definió “*Smart City*” como: «un concepto amplio que integra muchas de las áreas de interacción de una ciudad, desde la movilidad, la energía o el medio ambiente hasta la gobernanza. El concepto se ha demostrado tan potente que ‘smart city’ ha llegado más allá de su punto de partida hasta cómo reaccionar a ellos, el control remoto, internet, la nube y muchos otros conceptos»⁴¹. En la página principal del congreso se destacaban -en aquellas fechas- las áreas de interés a considerar en el desarrollo de la ciudad inteligente:

- Energía (EG)
- Tecnologías de la Información (TI)
- Ciudad Colaborativa y Sociedad Inteligente (CC)
- Medio urbano sostenible (SB)
- Movilidad (MO)
- Resiliencia y seguridad urbana (CR) (La resiliencia urbana se refiere a la capacidad de la ciudad para reaccionar ante situaciones inesperadas, como desastres naturales o accidentes que podrían causar interrupciones a los servicios o redes de transporte).

Las ciudades inteligentes se caracterizan esencialmente por el despliegue de sensores que miden las vibraciones y el estado de los materiales de edificios, puentes, vías de comunicación y otras infraestructuras para evaluar su salud estructural y saber cuándo se deben hacer reparaciones. Otra infinidad de sensores se despliegan por las ciudades para medir los niveles de contaminación acústica de los distintos barrios, para optimizar las rutas de vehículos y peatones, y también avisar al público en caso de peligro por agentes tóxicos. Se han popularizado los sensores colocados en los bordes de las aceras para señalar a los conductores los sitios libres para estacionarse; sensores en los vehículos para obtener datos sobre las horas del día en que se utilizan, los lugares donde se encuentran y las distancias recorridas en un periodo dado de tiempo, datos que se proporcionan a las compañías de seguros con el objetivo de predecir riesgos y así determinar las tarifas de las pólizas de un modo más preciso. Los sensores instalados en el alumbrado público hacen que éste se encienda (prenda) y se apague en respuesta a la luz del entorno que los rodea. Cada vez más los ayuntamientos comienzan a instalar sensores en los cubos y contenedores de basura para determinar la cantidad de residuos y así optimizar la recolección.

INICIATIVAS DE *SMART CITIES* Y DE IOT

Además del Congreso Mundial de Ciudades Inteligentes de Barcelona, han surgido infinidad de iniciativas a nivel mundial que impactan en el futuro de las ciudades y, por ende, son extensible a los ecosistemas de la Tierra.

El European Research Cluster on the Internet of Things (IoT IERC European Research Club) es un organismo creado por la Comisión Europea para facilitar la transición hacia una nueva era caracterizada por la computación ubicua, mediante el desarrollo de múltiples aplicaciones del IoT que ya conectan el planeta en una red mundial distribuida. El proyecto *Smarter Planet* de IBM (www.ibm.com/smartplanet/us/en), el “Internet Industrial” de General Electric, el “Internet de todo” de Cisco, “las Ciudades Sostenibles” de Siemens, etc., son algunas de las muchas iniciativas actuales cuyo objetivo es crear una

infraestructura inteligente para la Tercera Revolución Industrial (TRI) preconizada por Rifkin⁴², que puede conectar barrios, ciudades, regiones y continentes en lo que los observadores de este campo llaman “red neural mundial”. Es –como señala Rifkin– una red diseñada para que sea abierta, distribuida y colaborativa de modo que cualquier persona en cualquier momento y lugar (ubicuidad) tenga la oportunidad de acceder a ella y usar sus datos para crear aplicaciones nuevas con las que administrar su vida diaria con un costo marginal casi nulo.

La Comisión Europea además de promover el IERC ha lanzado el programa FIWARE⁴³ Accelerator a través del cual ofrece 80 millones de euros para que PYMES y emprendedores puedan crear servicios innovadores utilizando la plataforma europea Fi-Ware de aplicación a procesos industriales y *smart cities*.

La Comisión Europea (CE) y las principales empresas TIC europeas emprendieron en 2011 un ambicioso programa de Colaboración Público-Privada (Public&Private Partnership-PPS) con el objetivo de definir una plataforma que represente una opción abierta para el desarrollo y despliegue global de aplicaciones en la Internet del futuro. Las especificaciones de las APIs (Application Program Interfaces) ofrecidas por los componentes de la ya citada plataforma FI-WARE son abiertas y completamente libres de *royalties*. FI-WARE es una nueva infraestructura para la creación y despliegue de servicios y aplicaciones en Internet. Está ubicada en la nube y quiere ser una alternativa abierta para los desarrolladores y usuarios de los servicios en Internet.

En 2008 IBM lanzó su proyecto ya citado *Smarter Planet*⁴⁴, que tenía presente la experiencia de numerosas empresas, ciudades y comunidades para construir un planeta más inteligente, el cual se apoyaba en el uso de grandes volúmenes de datos para transformar las empresas e instituciones a través de *big data* y *analytics*, tecnologías móviles, negocios sociales (*social business*) y la nube (*cloud*). Es decir, Datos (el nuevo recurso natural), Social (la nueva línea de producción), la Nube (el nuevo motor de crecimiento) y lo Móvil (el nuevo espacio de la oficina).

Cisco, la empresa número uno mundial en comunicaciones, lanzó también en 2013 la idea de la **Internet de todo** (*Internet of Everything*) y recientemente ha creado un **Índice de valor de IoE (IdT)** de Cisco, un estudio global que mide cuánto valor crean las empresas en todo el mundo como resultado del Internet de todo. Cisco anunció a finales de noviembre de 2014, con ocasión de la reunión anual de Cisco Networking Academy, el lanzamiento de un programa específico de *internet of everything* que constará de cinco cursos de dificultades progresivas y, en un principio, totalmente gratuitos, en inglés primero y en otros cinco idiomas (español, chino, francés, portugués y ruso) a partir de 2015.

EL NUEVO MODELO DE FABRICACIÓN ADITIVA: LA IMPRESIÓN EN 3D

La fabricación tradicional de hacer productos tomando un montón de piezas y atornillarlas o soldarlas juntas está pasando una nueva fase, futurista, pero es ya una realidad tangible. Un producto puede ser diseñado en una computadora e “impreso” en una impresora 3D que crea un objeto sólido mediante la acumulación (construcción) de capas sucesivas de material. El diseño digital puede ser ajustado con unos pocos clics de ratón (*mouse*). La impresora 3D puede funcionar sin supervisión y puede hacer muchas cosas que son demasiado complejas para una fabricación tradicional. En no mucho tiempo, estas máquinas podrán hacer cualquier cosa, desde cualquier lugar, sea nuestra casa, sea su oficina o un apartamento de vacaciones en la playa⁴⁵. Las aplicaciones de la impresión en 3D son alucinantes, sentenciaba *The Economist* en su informe de la tercera revolución industrial: piezas de alta tecnología en aviones militares se están imprimiendo de forma personalizada. La geografía de las cadenas de suministros va a cambiar radicalmente. El informe comentaba el hecho de que un ingeniero que trabajara en medio del desierto y le faltara cierta herramienta, ya no tendría que preocuparse por solicitar el envío de la citada pieza desde la ciudad más cercana, sino que bastaría descargar el diseño e imprimirlo, obteniendo la pieza física requerida. Los días en que un proyecto podía quedar suspendido por la falta de una pieza del equipo o por la inexistencia de una pieza de repuesto, pueden pasar a la historia en beneficio de la cadena de construcción o de montaje.

Hoy día ya existen numerosas empresas que fabrican productos físicos con un software similar al que produce información en formato de video, audio, fotografía o texto. Este proceso es la *impresión en 3D* o *fabricación aditiva* y es el modelo de “manufacturación” o “fabricación” que ha traído el internet de las cosas. En esencia, el software –en la mayoría de los casos de código abierto (*open source*), aunque también existirá código propietario– envía una orden a una impresora que deposita capas de plástico, material fundido u otros materiales, hasta crear un objeto físico totalmente formado e incluso –ya es posible– con partes móviles. Estas impresoras se pueden programar para crear una variedad infinita de productos.

Con impresión en 3D ya se están fabricando desde joyas hasta piezas de aviones, prótesis humanas o casas, como la empresa asiática Winsum New Materials que puede fabricar hasta diez viviendas de 200 metros cuadrados en un solo día y a un precio de 4.000 euros. Esta empresa china Winsum es la pionera que logra imprimir casas y cambia el concepto de casa prefabricada mediante una impresora 3D que tiene 6,6 metros de alto, 150 metros de largo y 10 metros de profundidad. En 2002 comenzó el proyecto y tras 12 años de investigación y 20 millones de yuanes invertidos –unos 2,3 millones de euros– ha

logrado su objetivo. *The Wall Street Journal* publicó imágenes del proceso de ensamblaje de las piezas que forman la casa.

Las impresoras 3D existen desde mediados de los años ochenta, pero hasta hace apenas un lustro sólo las grandes compañías de sectores muy punteros podrán acceder a la tecnología necesaria. Empresas estadounidenses como 3D Systems y Stratasys fabrican desde hace tres décadas impresoras capaces de producir prototipos y moldes de una gama de materiales bastante amplia, desde polímeros como el nailon hasta metales como el titanio⁴⁶.

La impresión en 3D comenzó a llegar al gran público cuando Chris Anderson⁴⁷, redactor jefe de la revista *Wired* –tal vez la publicación más influyente del mundo en innovaciones tecnológicas–, sorprendió a sus millones de lectores al abandonar su trabajo en la revista para centrarse en su empresa de fabricación de drones *3DRobotics* y asegurando como visionario que es, que: “la impresión 3D será algo más grande que la Web”. Poco después y al igual que hizo con la teoría de la larga cola, publicó en un libro sus ideas: “*Makers: The New Industrial Revolution*”.

Rifkin, en su última obra tantas veces comentada, explica los aspectos más importantes que diferencia la impresión en 3D de la fabricación o manufacturación centralizada convencional⁴⁸:

1. Hay poca intervención humana aparte de la creación del software, y por eso recomienda describir el proceso como “infofacturación” en lugar de “manufacturación”.
2. Los pioneros de la impresión 3D han sentado las bases para que el software usado para programar impresoras 3D e imprimir productos físicos sea de código abierto para que los *prosumidores* compartan sus diseños de redes de usuarios de esta tecnología.
3. La *infofacturación* se organiza de una manera totalmente distinta a la manufacturación de la primera y segunda revolución industrial. La fabricación tradicional en las fábricas es un proceso sustractivo ya que las materias primas se someten a distintos tratamientos antes de la elaboración del producto final y se malgasta mucho material que no acaba en el producto. La impresión 3D, por el contrario, es un proceso aditivo. El software se encarga de que el material fundido se añada capa tras capa hasta conseguir el producto final.
4. Las impresoras 3D pueden imprimir sus propias piezas de recambio sin necesidad de invertir en piezas nuevas y caras ni sufrir retrasos por la espera. También se pueden crear productos a medida o en cantidades pequeñas por encargo y con un costo mínimo.

5. El movimiento de la impresión 3D está profundamente comprometido con una producción sostenible, teniendo presente la durabilidad, el reciclaje y el uso de materiales no contaminantes.
6. Dado que el IoT es distribuido, colaborativo y de escala lateral, las impresoras 3D pueden abrir un negocio, conectarse a cualquier lugar donde exista infraestructura adecuada y disfrutar de unas eficiencias termodinámicas muy superiores a las de las fábricas centralizadas y con una productividad mucho mayor.
7. Conectarse a una infraestructura IdC local otorga a los pequeños *infoproductores* una ventaja definitiva sobre las empresas centralizadas, porque pueden alimentar sus vehículos con energía renovable y con un costo marginal cero [insiste Rifkin], reduciendo considerablemente los costos logísticos de la cadena de suministro y los del envío de su producto al comprador.

El costo de las impresoras 3D era muy elevado. La citada empresa Stratasys sacó al mercado en 2002 la primera impresora comercial 3D *low cost* con un precio de 30.000 dólares. Hoy se pueden adquirir impresoras 3D de alta calidad sólo por 1.500 dólares.

EL FUTURO DE LA IMPRESIÓN 3D YA CASI PRESENTE

La integración de la impresión 3D en la infraestructura de la IdC plantea un inmenso panorama de posibilidades de negocio aún por explotar. Cuando esta innovación se integre completamente en la vida diaria de personas y empresa, algunos sectores como el *retail*, el gran consumo y el de bienes de consumo reimpulsarán ellos mismos su modelo de negocio. La impresora 3D puede ser una herramienta de gran impacto ya que cualquier persona puede convertirse en un *prosumidor* que *infofabrica* productos tanto para un uso personal o compartido, y permitirá la creación de nuevos productos o servicios que a su vez contribuyen al desarrollo de formatos de negocio y al crecimiento de las empresas gracias al incremento de la competitividad y de su diferenciación.

La capacidad de producir, comercializar y distribuir productos físicos, dondequiera que exista una infraestructura IoT a la que conectarse, tendrá una influencia enorme en la organización espacial de la sociedad. La impresión 3D es local y global al mismo tiempo, insiste Rifkin, ya que al ser muy transportable permite que los infoproductores puedan trasladarse con facilidad a cualquier lugar donde haya una infraestructura IoT a la que conectarse. Cada vez más habrá más *prosumidores* que fabricarán productos sencillos en su casa. Empresas y corporaciones internacionales de primer nivel como Google, Nike, Nokia, Disney, Qualcomm o Microsoft, ya están dando los primeros pasos a nivel experimental en el área de la *co-creación*. “Son todavía experimentos, pero las

marcas están buscando que la gente pueda imprimir en su casa cosas relacionadas con sus productos”⁴⁹. La tendencia social en la impresión en 3D es a la *democratización de la fabricación*, lo que significa: “que cualquier persona y con el tiempo todo el mundo –pueda tener acceso a los medios de producción haciendo que la pregunta de quién debe poseer y controlar esos medios sea tan irrelevante como lo acabará siendo el capitalismo”⁵⁰.

La impresión 3D es una tecnología disruptiva para el 2015 y en adelante, según la consultora Gartner. En su informe anual (octubre 2014) de tendencias para 2015, consideró que la impresión 3D –aunque su origen está en 1984, comenta en el informe– se dirige hacia la madurez gracias al incremento de ventas. Gartner anima a no perder de vista el desarrollo de la impresión en 3D en este y los próximos años, y destaca que, no obstante, los usuarios finales comenzarán a comprar impresoras 3D, serán las empresas las que desarrollen el valor real para el mercado. Gartner informa también que mientras que han existido dispositivos terriblemente caros durante 20 años, el actual mercado que va desde los 500 a los 50.000 dólares y con capacidades y materiales adecuados, se ha convertido en un mercado naciente, pero de rápido crecimiento. La consultora –que ya a finales de 2013 también consideró la impresión 3D como una tendencia tecnológica y ya aventuraba que la impresión en 3D era un medio real, visible y efectivo para reducir costos en los prototipos y en la fabricación de series cortas– ha visto cumplidas sus expectativas y es de esperar que en los próximos años se consolide la impresión 3D.

CASO DE ESTUDIO

“Un equipo liderado por el Instituto Smithsonian (www.si.edu) ha creado el primer busto de un presidente estadounidense partiendo de una imagen digital en tres dimensiones que, posteriormente, una impresora 3D transformó en escultura”⁵¹. El busto ha sido creado por un equipo liderado por Adam Metallo y Vicent Rossi y pasará a formar parte de la colección de retratos de presidentes estadounidenses que guarda la Galería de Retratos Nacional del Instituto Smithsonian.

EL FUTURO CERCANO. EL INTERNET DE TODO

Cisco, líder mundial en soluciones de redes de comunicaciones y con más de 70.000 empleados ha lanzado el concepto *Internet of Everything (IoE, internet de todo, IdT)* como una evolución y un concepto más amplio de IoT. Cisco define la internet de todo como la conexión de cuatro elementos: “cosas” o dispositivos, personas, datos y procesos. De los cuatro elementos, los datos son clave en el concepto o futura plataforma. El 12 de diciembre de 2014 y con ocasión de su conferencia anual en San José (California) el presidente de Cisco, John Chambers, presentó a nivel mundial la estrategia Cisco de Internet de Todo y de qué modo

este nuevo paradigma y futura plataforma va a cambiar la vida de todas las personas del mundo, además de que crecerá rápidamente de manera que su implantación supondrá cambios dramáticos.

Para soportar la estrategia de IoE, Chambers confirmó la cifra que ya conocíamos, de que en 2020 se estimaba en 50.000 millones el número de dispositivos conectados en el mundo y puso un ejemplo de lo que ocurriría a quien no se adapte a estos cambios: aseguró que en base al análisis de los datos que están en su poder, 40% de las empresas de la lista *Fortune* que no se adapten a estos cambios habrán dejado de existir. En la práctica, lo que se planea Cisco es proveer soluciones para acercar los datos adonde se producen, en lugar de conservarlos en los bases de datos, bancos o almacenes de datos tradicionales, de modo que el usuario pueda disponer de ellos cuando y como quiera. Se prevé que el impacto de IoE cambiará el mundo del trabajo y, en particular, tendrá un gran impacto en áreas como la industria manufacturera, la administración de la ciudad y también la educación y servicios de salud.

Una simple reflexión de impacto en la vida diaria. El incremento del número de dispositivos utilizados para la comunicación a través de la red global entraña preguntarse: ¿qué pasa con el consumo de energía que esta cantidad de dispositivos conectados o por conectar requiere? El Internet de Todo, que abarca sistemas y personas, ligado a la demanda global de energías limpias y sustentables, han motivado que la industria mire ahora hacia la red eléctrica mundial, con el objetivo de atender las necesidades energéticas del **IoE**. Con el objetivo de poder satisfacer los requerimientos energéticos de esta cuarta ola de Internet –soporte de la cuarta revolución industrial–, las redes eléctricas en todos los países tendrán también que evolucionar y adaptarse a fin de poder integrarse también dentro del ecosistema de IoE.

El futuro de la década próxima seguirá la evolución de la *internet de las cosas* y su extensión en la *internet de todo*, paradigmas de una nueva plataforma que configurarán un nuevo mundo social y tecnológico, y harán que “el futuro ya no será lo que era”, como diría el genial Groucho Marx, sino que “*el futuro vivirá en el día a día como una ‘cosa’ más de la vida diaria*”.

RESUMEN

La cuarta revolución industrial es la continuación de las tres primeras revoluciones industriales (1RI, máquinas de vapor y ferrocarril; 2RI, motores de combustión y eléctricos; desarrollo de aeroplanos y automóviles; aparición del teléfono y de la radio; 3RI, automatización, computación e informatización). Su despliegue se ha producido después del lanzamiento de la iniciativa Industria 4.0 promovida por el gobierno y empresas de Alemania.

Industria 4.0 es el soporte de la cuarta revolución industrial y los pilares tecnológicos recogidos en los documentos oficiales son: Sistemas Ciberfísicos, Internet de las Cosas y la Impresión 3D (fabricación aditiva). Estos pilares tecnológicos se apoyan en otras tecnologías clave: la nube (*cloud computing*), *big data* y la ciberseguridad.

Existen dos tendencias de la tercera revolución industrial auspiciada por el gurú tecnológico y social Jeremy Rifkin, en su conocida obra *La tercera revolución industrial*, y la revista *The Economist*, con su dossier “La fábrica del futuro”. Consideramos que en la práctica ambas predicciones coinciden con la iniciativa la *Cuarta Revolución Industrial*.

Conceptos clave de Industria 4.0

- El concepto de Industria 4.0 nació en 2011 en Alemania para describir la digitalización y procesos industriales mediante la interconexión de Internet de las Cosas
- El informe final del proyecto Industria 4.0 fue publicado en abril de 2013 por la Academia Nacional de Ciencias e Ingeniería (ACATECH) de Alemania. Enumera y explica las recomendaciones para implementar la iniciativa estratégica Industria 4.0.
- En el Foro de Davos de 2016 se trató como tema central la cuarta revolución industrial, y se presentó el libro de igual título escrito por Klaus Schwab, su director y fundador, que se ha convertido en una referencia en esta nueva revolución industrial.
- Industria Conectada 4.0. Es una iniciativa lanzada en julio de 2015 por el gobierno de España apoyada por tres grandes empresas multinacionales españolas: Banco de Santander, Indra y Telefónica.
- El Internet de las Cosas es el motor de Industria 4.0 y la cuarta revolución industrial, y permite la conexión de los miles de millones de objetos inteligentes (electrodomésticos, relojes, pulseras, gafas...) existentes en la actualidad, y los muchos que se prevén para los próximos años. La conectividad global aumentará gracias a los objetos inteligentes (mediante sensores, etiquetas RFID, NFC...) con la posibilidad de conectarse entre ellos a través de Internet.
- Las ciudades inteligentes son uno de los exponentes de mayor impacto de la Internet de las Cosas y la cuarta revolución industrial.
- La fabricación aditiva y la impresión 3D son espinas dorsales de la fabricación inteligente.

Tecnologías disruptivas soporte de la Industria 4.0

- Sistemas ciberfísicos

- Internet de las cosas
- La nube (*cloud computing*)
- *Big Data*
- Inteligencia Artificial
- Robots autónomos y colaborativos
- Robots virtuales (asistentes virtuales)
- Impresión 3D
- Realidad aumentada y realidad virtual (la integración de ambas, conocida como realidad fusionada o realidad mixta)
- Ciberseguridad
- Tecnologías wearables
- Drones

BIBLIOGRAFÍA

- **ACATECH** (2013). *Securing the future of German manufacturing industry: Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*. Final report of the Industrie 4.0 Working Group. ACATECH/Ministerio de Educación e Investigación. Gobierno Federal de Alemania. [en línea]: [http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf](http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstrukturerseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf)
- **BSC** (2015). *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. Cap. 2. The Nine Pillars of Technological Advancement. The Boston Consulting Group. [en línea] https://www.bcgperspectives.com/content/articles/engineered_products_project_business_industry_40_future_productivity_growth_manufacturing_industries/
- **COTEC** (2015). *La fabricación inteligente*. Fundación COTEC, Madrid: 2015.
- **EOI /PwC** (2015). *Las tecnologías IoT dentro de la Industria Conectada 4.0*. Madrid: EOI.
- **GÓMEZ** González, Sergio (2016). *Impresión 3D*. Barcelona: Marcombo.

- **RIFTKIN**, Jeremy (2011). *La Tercera Revolución Industrial. Cómo el poder lateral está transformando la energía y cambiando el mundo*. Barcelona: Paidós.
- **RIFTKIN**, Jeremy (2011). *La sociedad de coste marginal cero. El Internet de las cosas, el procomún colaborativo y el eclipse del capitalismo*. Barcelona: Paidós.
- **SCHWAB**, Klaus (2015). «The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond». *Foreign Affairs*. Diciembre 2015. [en línea] <https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution>. Este artículo también está publicado en el sitio web del WEF y disponible para su descarga: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond>.
- **SCHWAB**, Klaus (2016). *La cuarta revolución industrial*. Barcelona: DEBATE. Prólogo de Ana Patricia Botín.
- **WEF** (2016). World Economic Forum Annual Meeting 2016 Mastering the Fourth Industrial Revolution. (Davos, Suiza). World Economic Forum.

NOTAS:

¹ Mar Galtés en la sección de Economía del periódico *La Vanguardia*, “La revolución tecnológica industrial”, 6 de julio de 2013, [disponible en: <http://www.lavanguardia.com/economia/20130707/54377301482/la-revolucion-tecnologica-industrial.html>] [consultado 8 de abril de 2016].

² *Ibid*, *La Vanguardia*.

³ *Industrial Internet: A European Perspective: Pushing the Boundaries of Minds and Machines (empujando los límites de mentes y máquinas)*. Junio 2013. [en línea] http://www.ge.com/europe/downloads/IndustrialInternet_AEuropeanPerspective.pdf [consultado 27 de noviembre de 2016].

⁴ *Siemens*, el fabricante industrial de hardware y software alemán.

⁵ *Texas Instruments*, “Advancing the Smart Factory through technology innovation”. *Avanzando la inteligencia fabril con innovación tecnológica*, 2014. *Texas Instruments* es una de las grandes compañías y tradicionales líderes en fabricación de chips electrónicos.

⁶ https://es.wikipedia.org/wiki/Revoluci3n_Industrial

⁷ http://www.lafaco.com/apuntes/historia/etap_revo_indice. Documento muy utilizado en el que se sintetiza en una tabla las “etapas de la revoluci3n industrial”, las caracterfsticas de cada revoluci3n industrial (primera a tercera).

⁸ http://es.wikipedia.org/wiki/Tercera_revoluci3n_industrial. Definici3n de la enciclopedia Wikipedia [consultada 20 de noviembre de 2016].

⁹ Jeremy Rifkin. *La Tercera Revoluci3n Industrial. C3mo el poder lateral est1 transformando la energfa y cambiando el mundo*. Barcelona: Paid3s Ib3rica, 2011.

¹⁰ En la contraportada del libro de Rifkin, “La sociedad de coste marginal cero. El Internet de las cosas, el programa colaborativo y el eclipse del capitalismo”, Barcelona: Paid3s, 2014. 1a. ed. de septiembre, 2014.

¹¹ P1gina oficial de Naciones Unidas. www.un.org/es/sustainablefuture/rifkin.shtml [consultado 27 de noviembre 2016].

¹² *Ib3d.*, Naciones Unidas.

¹³ Helena Herrero, “Digitalizar la empresa”, presentaci3n en Bilbao, 30 de octubre de 2014, presidente de HP, Espa1a y Portugal. [en l3nea] <http://www.acefam.org/wp-content/uploads/Programa-Congreso-APD-Bilbao-30-y-31-de-octubre.pdf>

¹⁴ *The Economist*. “Manufacturing: The Third Revolution”, 21 de abril, 2012. www.economist.com/node/21553017

¹⁵ I1igo Felgueroso, “La f1brica del futuro”, *El Comercio. La Voz de Avil3s*, n1m. 11759, 1 de mayo de 2012, Secci3n de opini3n.

¹⁶ *Gufa sobre fabricaci3n aditiva*, Fundaci3n Cotec.

¹⁷ www.economist.com/node/21552901

¹⁸ <http://www.sintetia.com/la-tercera-revolucion-industrial-la-fabrica-del-futuro> Tambi3n consultar *Gufa sobre Fabricaci3n Aditiva de la Fundaci3n para la Innovaci3n Tecnol3gica (COTEC)*.

¹⁹ *Ib3d.*, p. 6.

²⁰ DFKI Newsletter n1m. 2-2011. DFKI GmbH (German Research Center for Artificial Intelligence), 2011.

²¹Resultados de la encuesta realizada por el proveedor de servicios informáticos CSC entre 900 altos directivos de empresas en Alemania, Austria y Suiza. Ver “Industria 4.0: hacia el futuro de la producción industrial” en *Economía Hispano-Alemana*, núm. 2, 2015, pp. 7-8.

²²Eneko Ruiz Jiménez, “La cuarta revolución industrial llega desde Alemania”, *El País*, 2 julio de 2015.
<http://www.elpais.com/ccaa/2014/10/15/paisvasco/1413383975:967198.html> [consultado 2 de octubre, 2015].

²³Informe “Industria Conectada 4.0. La transformación digital de la industria española”.

²⁴WEF (2016). *World Economic Forum. Annual Meeting 2016 Mastering the Fourth Industrial Revolution*, 20-23 de enero, 2016.

²⁵La edición en español fue publicada en noviembre de 2016 con el título “La cuarta revolución industrial” en la editorial española Debate.

²⁶Michael Rüßmann, Markus Lorenz, Philipp Gerbert, Manuela Waldner, Jan Justus, Pascal Engel, y Michael Harnisch. *The Boston Consulting Group. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. Cap. 1. The Nine Pillars of Technological Advancement*, 9 de abril, 2015.
https://www.bcgperspectives.com/content/articles/engineered_products_project_business_industry_40_future_productivity_growth_manufacturing_industries/#chapter1

²⁷Op. cit. p. 23.

²⁸*Ibidem*.

²⁹<http://www.cebit.de/home> [consultado 8 diciembre, 2015].

³⁰John Micklethwait y Adrian Wooldrige (editores de *The Economist*), *The Fourth Revolution. The Global Race to Reinvent the State*. Penguin, 2014 (mayo 2014).
 Jeremy Auerous. *The fourth Revolution. How to thrive through the world's transformation*. Fourth Revolution Publishing (2011, thefourthrevolution.org).

³¹Jaap Bloen et al. Informe “The Four Industrial Revolution Things to Tighten the Link Between IT and OT” Sogeti/CAP Gemini, 2014 (vint.sogeti.com). Sogeti es una empresa subsidiaria de Cap Gemini, especializada en desarrollo de soluciones de software.

³²<http://scn.sap.com/community/business-trends/blog/2013/04/10/be-prepared-for-the-4th-industrial-revolution> [consultado 29 de noviembre, 2014].

³³ Op. cit. Helena Herrera.

³⁴ <http://www.gartner.com/it-glossary/internet-of-things>

³⁵ Jeremy Rifkin, op. cit., p. 24. La sociedad de coste marginal cero.

³⁶ El informe de CISCO, realizado en abril de 2011, por Dave Evans: Internet de las cosas. Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo, fue un estudio preliminar sobre Internet de las Cosas y que posteriormente en años sucesivos, fue ampliado y ratificado con cifras estadísticas similares (nuevo nombre para los siguientes informes anuales: Cisco Visual Networking Index). En este informe previo se señalaba que Internet de las Cosas “nació” entre los años 2008 y 2009, y que el número de habitantes de la población mundial para 2020 sería 7.600 millones de habitantes y el número de dispositivos conectados en ese mismo año, serían 50.000 millones. [en línea] www.cisco.com/c/dam/global/es_mx/solutions/executiva/assets/pdf/internet-of-things-iot-ibsg.pdf

³⁷ Traducción recomendada por la Fundación Fundéu BBVA (Fundación del Español Urgente, www.fundeu.es). www.fundeu.es/recomendacion/tecnologia-posible.mejor-que-wearable-technology [consultada 3 de diciembre, 2015].

³⁸ Digital Life in 2025. The Internet of Things will Thrive by 2025. 14 de mayo, 2014. Pew Research Center. <http://www.pewinternet.org/2014/14/internet-of-things> [consultado 30 agosto 2014].

³⁹ Ibid. Lauren Papworth, educadora en redes sociales.

⁴⁰ Nota de prensa de Telefónica, de la conferencia de Luis Miguel Gilpérez, Presidente de Telefónica en la Smart City Expo World Congress, de Barcelona (14 de noviembre, 2014)-

⁴¹ www.smartcityexpo.com/congress_program [consultado 30 noviembre, 2014]

⁴² Op. Cit. Rifkin, 2014: 27.

⁴³ www.fi-ware.org/eventomultisede; www.fi-ware.org; lab.fi-ware.org

⁴⁴ www.ibm.com/smarterplanet/us/en/overview/ideas/?re=spf

⁴⁵ Op. cit., The Third Industrial Revolution. The Economist, 21 de abril de 2012.

⁴⁶ Juan Manuel García Campos. “Imprimir el mundo”. La Vanguardia, 28 de febrero, 2014 [consultado el 20 de noviembre, 2014].

⁴⁷ Autor del libro de referencia *"The Long Tail: Why the Future of Business is Sellingg Less of More"* (La teoría de la larga cola).

⁴⁸ Op. cit., Rifkin, pp. 118-124.

⁴⁹ Jon Bengoetxea, CEO de Tumaker –fabricante de impresoras 3D para uso personal–, en declaraciones a *El Mundo*, en sección *Innovadores*, 4 de noviembre de 2014.

⁵⁰ Rifkin, op. cit., p. 123.

⁵¹ Miguel Pérez García, "Un busto de Obama con impresora 3D". *El País*, elpais.com/elpais/2014/12/03/videos/1417616892_825582.html [Consultado 3 diciembre, 2014].

CAPÍTULO 2

TECNOLOGÍAS BÁSICAS FACILITADORAS DE INDUSTRIA 4.0

En el capítulo 1 hemos analizado los pilares tecnológicos de la Industria 4.0 y las tendencias de impacto en el advenimiento de la cuarta revolución industrial. Dada la importancia que todas ellas están teniendo en este nuevo sector de la industria, describiremos con más detalle en este capítulo las tecnologías e innovaciones tecnológica que son decisivas para el despliegue con éxito de la Industria 4.0, tanto en las fábricas inteligentes como en empresas digitales inteligentes soporte de la nueva revolución industrial. También en la segunda parte de esta obra se dedicará a ampliar todos los conceptos de estas tecnologías disruptivas por la necesidad que supone su conocimiento para adquirir el aprendizaje inherente necesario para esta nueva tendencia de las organizaciones y empresas, tanto públicas como privada.

Así, a lo largo del capítulo y como continuación del capítulo 1 y prólogo para el estudio detallado de las citadas tecnologías disruptivas y tendencias que han emergido y seguirán emergiendo, explicaremos conceptos nuevos o consolidados y reiteraremos en aquellos que sea necesario ampliar sobre las siguientes tecnologías y tendencias facilitadoras de la Industria 4.0

- Drones.
- Realidad virtual.
- Realidad aumentada.
- Realidad mixta y realidad fusionada (*merged reality*)

- Tecnologías ponibles (*wearables*)
- Gamificación (tendencia ya consolidada en la estrategia de teoría de juegos aplicada a la empresa, investigación, academia, pero que con el soporte de las nuevas tecnologías adquirirá un valor potencial inimaginable en numerosos sectores de la industria y de la empresa).
- Tecnologías 5G que nos conducirán en los umbrales del año 2020 a la conectividad global o hiperconectividad de los miles de millones de habitantes de la Tierra. Se describe la tarjeta e-SIM o tarjeta SIM virtual que como objeto inteligente que es, influirá de manera decisiva en el despliegue de las redes 5G y su interconexión con Internet de las Cosas y su impacto en las ciudades inteligentes y en la fabricación inteligente.
- Geolocalización. Aunque esta tecnología ya lleva en acción varios años, su aplicación en las redes modernas 4G y futuras 5G, unida a las tendencias tecnológicas de Realidad Virtual y Realidad Aumentada, junto con los ya desplegados asistentes virtuales, supondrá un cambio social en este sector de dimensiones inimaginables

DRONES

Un **dron** (término aceptado por la Real Academia Española, RAE) se define como «*Aeronave no tripulada*». El término original en inglés, *drone*, significa “zángano, el macho de la abeja”, pero su significado más usual en la actualidad es para referirse a un vehículo aéreo no tripulado. Los drones tienen su origen en el ámbito militar donde comenzaron a utilizarse en la Segunda Guerra Mundial y luego en posteriores acontecimientos bélicos.

Sin embargo, desde un punto de vista técnico y profesional, los drones tienen diferentes acepciones y significados que analizaremos.

RPA (*Remotely Piloted Aircraft*). Aeronave dirigida (pilotada) por control remoto.

RPAS¹ (*Remotely Piloted Aircraft System*). Aeronave no tripulada y su sistema de control (controladora más estación de control). En el caso de RPA y RPAS se hace referencia al piloto que opera la aeronave en forma remota; es decir, se utiliza un enlace de comunicaciones entre la estación de tierra y la aeronave, y el piloto no se encuentra a bordo de la aeronave.

UA (*Unmanned Aircraft*). Aeronave no tripulada.

UAV (*Unmanned Aerial Vehicles*). Es una aeronave en la que el piloto no está físicamente a bordo. Se refiere a la plataforma de vuelo. Estos aparatos, a diferencia de los RPA, son aparatos no controlados remotamente por una persona; es decir, son capaces de despegar, navegar y aterrizar en forma automática con base en los parámetros que hayan sido establecidos previamente

(este tipo de vuelos no son permitidos por la legislación española, ya que se requiere que un piloto se encuentre en todo momento supervisando las operaciones, aunque el vuelo se realice en forma autónoma).

UAS (*Unmanned Aerial System*). Sistema aéreo no tripulado. Comprende la plataforma –vehículo aéreo–, el enlace de comunicaciones y la estación de tierra.

En la jerga española se está comenzando también a utilizar las siglas VANT (Vehículo aéreo no tripulado).

El portal especializado en drones “**todrone.com**” hace una clasificación de ellos (Figura 2.1) en tres categorías: aeronaves pilotadas a distancia, aeronaves modelo y aeronaves autónomas que por su interés la destacamos.

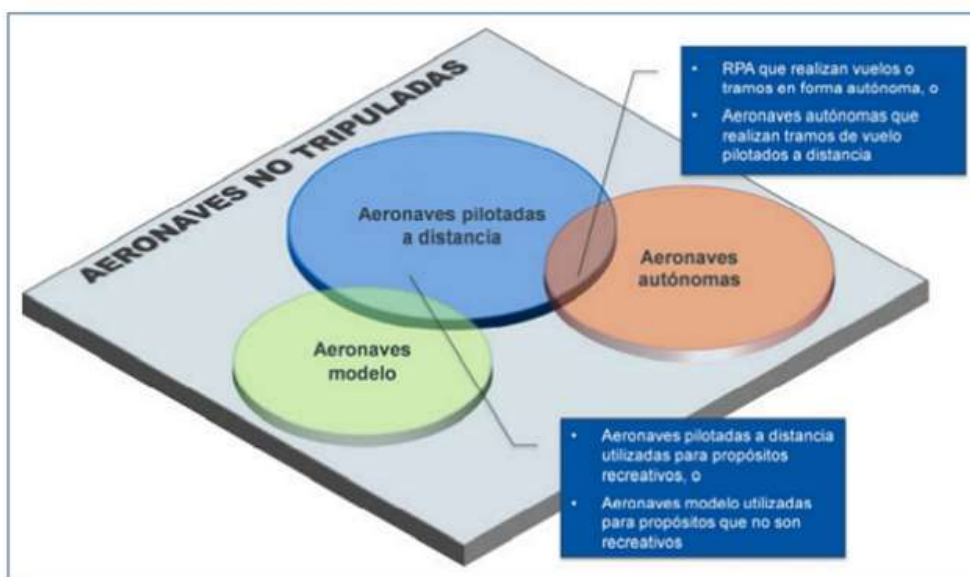


Figura 2.1 Categorías y características de las aeronaves no tripuladas.

Fuente: Portal todrones: <http://www.todrones.com/diferencias-hay-entre-rpa-uav-rpas-uas-dron/>

NORMATIVAS LEGALES DEL USO DE DRONES

Los drones se rigen por normativas legales del país donde vuelan; en el caso de un país perteneciente a la Unión Europea, también han de cumplir las normas específicas relativas a vuelos de aeronaves no tripuladas.

En el caso de España, la ley vigente² (Ley provisional para los drones publicada en julio del año 2014) fue aprobada en la fecha antedicha y se está a la espera de una actualización que en diciembre de 2016 todavía no se había aprobado. La ley actual vigente en España regula el uso de drones en el territorio nacional. Esta normativa trata de controlar el uso de operaciones de carácter comercial y civil

con aeronaves pilotadas por control remoto, conocidas como drones (RPA), cuyo peso no supere los 150 kilos. La ley contempla «la aparición de nuevos usuarios del espacio aéreo que reciben diversos nombres como drones, **RPAs** (por sus siglas en inglés, *Remotely Piloted Aircraft*) o **UAVs** (por sus siglas en inglés, *Unmanned Aerial Vehicle*)», con lo cual contempla los dos casos de aeronaves no tripuladas controladas remotamente o autónomas.

En la ley se contemplan las condiciones en que se pueden realizar trabajos técnicos y científicos tales como grabación aérea, reportajes aéreos, fotografías aéreas, estudios de fotogrametría, vigilancia y monitoreo, revisiones de infraestructuras, entre otras. El uso de drones se regula por los siguientes aspectos:

- Tipo de drones
- Espacio aéreo
- Seguridad
- Carnet de piloto de drones

La ley española vigente determina que, actualmente, solo se pueden utilizar drones para realización de trabajos aéreos tales como:

- Actividades de investigación y desarrollo.
- Tratamientos aéreos, *filosanitarios* y otros que supongan esparcir sustancias en el suelo o en la atmósfera, incluyendo actividades de lanzamiento de productos para extinción de incendios.
- Levantamientos aéreos.
- Observación y vigilancia aérea que incluyen filmación y actividades de vigilancia de incendios forestales, publicidad aérea, emisiones de radio y TV.
- Operaciones de emergencia, búsqueda y salvamento.

Asimismo, la ley contempla que la normativa correspondiente solo afecta a aeronaves de peso menor a 25 kilos. Para aeronaves de peso comprendido entre 25 y 150 kilos se han de seguir las normas dictadas por la Agencia Estatal de Seguridad Aérea de España, y para aeronaves con peso superior a 150 kilos, existe una normativa europea y el organismo encargado de la regulación de estas aeronaves es **EASA** (European Aviation Safety Agency).

Otro de los condicionantes incluidos en la norma legal española, es la necesidad de disponer de una licencia especial de piloto de drones, así como ser mayor de 18 años. En la actualidad existen diferentes Centros de Formación que están autorizados oficialmente para la impartición del correspondiente título de piloto de drones.

APLICACIONES DE LOS DRONES

Las aplicaciones de los drones son hoy muy numerosas. Son herramientas que han adquirido un gran relieve desde la iniciativa Industria 4.0, ya que no solo se utilizan en tareas de entretenimiento y ocio, sector donde han adquirido gran notoriedad, sino y sobre todo en numerosos sectores de beneficio a organizaciones y empresas, así como en distribución logística, salud, transportes, control de seguridad, defensa, etc. Por sectores, podríamos hacer una breve enumeración:

- Distribución de productos y artículos de comercio electrónico.
- Transporte (control de tráfico, inspección de carreteras, de vías y líneas de transporte en general, etc.).
- Salud (atención a incidentes de salud, rescate de bañistas en peligro).
- Medio ambiente y clima (cambio climático, catástrofes naturales, seguimiento y estudio de huracanes, de icebergs, deshielo de los polos, medición de radiación a través de los huecos en la capa de ozono, etc.).
- Control de fronteras (seguimiento de movimientos migratorios, misiones de control de narcotráfico, fronteras y búsquedas policiales).
- Agricultura (detección y control de incendios, recuento de animales, plagas, detección de bancos de pesca, control de cosechas, paisajes, control de cosechas, etc.).
- Desastres naturales (detección de situaciones de emergencia, catástrofes naturales, inundaciones, terremotos, etc.).
- Topografía y fotografía aérea (ayuda a realización de mapas, deslindes de fincas para uso catastral, estudio de suelos, etc.).
- Tendidos eléctricos (inspección de líneas eléctricas de alto voltaje, control de farolas, redes eléctricas de consumo, etc.).

TECNOLOGÍAS *WEARABLES* (PONIBLES)

Tecnologías **wearables** (*ponibles*)³ -ya comentadas en capítulo 1- son tecnologías inteligentes que se llevan puestas en forma de prenda o complemento en la ropa de vestir. Las tecnologías *wearables* llevan dispositivos móviles asociados (*wearable devices*) desde gafas inteligentes hasta relojes inteligentes, chaquetas inteligentes, pasando por pulseras o anillos inteligentes.

Es una nueva generación de dispositivos electrónicos inteligentes diseñados para ser llevados puestos como un vestido o ropa, o bien como complemento o como parte de algún material usado en la ropa. Las tecnologías y dispositivos

wearables se caracterizan por su capacidad de conectividad inalámbrica a Internet y a otros dispositivos inalámbricos y la posibilidad de acceder a información en tiempo real y también a la introducción de datos por el usuario, así como la captación y almacenamiento de datos de otros dispositivos o de la propia red Internet.

La expansión de los dispositivos «ponibles» se ha producido por la posibilidad de conversión en dispositivos inteligentes al estilo de los sensores. La Internet de las cosas ha facilitado la citada expansión al convertir a estos dispositivos en objetos inteligentes a los que se les dota de un protocolo de acceso a Internet (ahora protocolo IPv6, aunque también podría ser IPv4) y también conectividad inalámbrica con otros dispositivos inteligentes.

COMPONENTES DE UN DISPOSITIVO “*WEARABLE*”

Los dispositivos *wearables* disponen de buenas capacidades de conectividad inalámbrica, WiFi, Bluetooth, NFC, RFID u otros estándares abiertos o incluso protocolos propietarios. Estos dispositivos deben disponer de memoria, capacidad de almacenamiento y métodos de lectura, introducción, almacenamiento y actualización de la información, es decir, son similares a las tarjetas SD o microSD de los dispositivos móviles (celulares).

El software integrado en los dispositivos también es similar al de los dispositivos móviles: sistemas operativos y aplicaciones (*apps*). Los sistemas operativos pueden ser Android Wear, Windows CE, iOS o bien un sistema operativo propio del fabricante. Las aplicaciones dependerán del sistema operativo del dispositivo y podrán venir preinstaladas o descargarse bajo demanda por el usuario. En esencia, funcionarán de un modo similar a los dispositivos celulares.

TIPOS DE DISPOSITIVOS *WEARABLES*

Existe un gran número de dispositivos de propósito general y específicos, y su número seguirá creciendo a medida de su penetración en el mercado: relojes, gafas, lentillas, auriculares, cascos, cinturones, zapatos, guantes, pulseras, anillos, ropa electrónica, etcétera.

También se suele incluir en la categoría de dispositivos «ponibles» a los dispositivos implantados en otros dispositivos o también en el organismo, tales como microchips o tatuajes grabados en la piel.

En las páginas web especializadas de medios de comunicación como *El País*, *El Mundo*, *Cinco Días*, *La Vanguardia*, *ABC*, *BBC*, *CNN*, *El Tiempo*, *Excelsior*, *El Comercio*, es fácil encontrar información sobre dispositivos *wearables* comerciales o en proceso de desarrollo.



Figura 2.3 Dispositivos inteligentes wearables: gafas y relojes.

GAMIFICACIÓN

La **gamificación** (*gamification*) o *ludificación*⁴ se refiere a la aplicación de dinámicas y mecánicas de juego a ambientes no lúdicos con el fin de lograr un determinado objetivo. La *gamificación* supone llevar la teoría y el diseño de los juegos a las aplicaciones para hacerlas más atractivas y adictivas. La teoría de juegos es un área de las matemáticas que estudia diferentes modelos en el comportamiento estratégico de jugadores.

Los primeros investigadores de la teoría de juegos fueron John Von Neumann y Oscar Morgenster, aunque la primera referencia al término *gamification*⁵ data de 1980. Fue utilizado por Richard Barlow durante el desarrollo del primer *Multi User Dungeon* –juego de rol online–, pero es a partir de 2010 cuando comenzó a ganar popularidad. Aunque pueda parecer una moda pasajera, creemos que es una tendencia consolidada y los datos siguientes confirman la tendencia.

Se utiliza la *gamificación* para incrementar las ventas, la colaboración y el intercambio de información entre empleados y socios (*partners*), así como para aumentar la satisfacción de los clientes. La *gamificación* impulsará las ventas y el servicio al cliente. Un estudio de la consultora Gartner consideraba que, en 2015, un 70% de las empresas del ranking *Global 200* de *Forbes* habrán incorporado un proceso de *gamificación* en alguno de sus departamentos, y tendrán al menos una aplicación basada en la nube que emplee la teoría de los juegos para influir en el comportamiento del empleado o del cliente.

Estas técnicas consisten en la aplicación del diseño de juegos digitales a ambientes no lúdicos tales como los negocios y los desafíos de impactos sociales. Los videojuegos son la forma dominante de entretenimiento de nuestro tiempo, ya son herramientas poderosas para motivación del comportamiento. Los juegos eficientes potencian tanto la psicología como la tecnología, en formas que pueden ser aplicados externamente a entornos inmersivos de los propios juegos.

Es también una práctica de negocios que ha explotado en los últimos años. Las organizaciones están aplicando estas técnicas en áreas tales como el marketing, recursos humanos, mejora de la productividad, sostenibilidad, formación, salud y bienestar, innovación y compromiso con el cliente. La aplicación de los conceptos

y técnicas de diseños de juegos están estrechamente relacionadas con las técnicas de motivación y diseño eficiente entre los cientos de millones que los utilizan.

¿DÓNDE UTILIZAR LA GAMIFICACIÓN?

La *gamificación* puede aplicarse en cualquier ambiente, desde el sector público hasta el sector privado. Ofrece a las organizaciones una vía para mejorar su modelo de negocio. La clave para lograrlo está en que se aplique bien. Organizaciones y empresas la utilizan para todo tipo de proyectos centrados en empleados, consumidores o las propias compañías. En el caso de los empleados, se puede usar dentro del seno de la propia empresa para motivarlos o para lograr una mayor implicación corporativa, o un aumento de la productividad en su horario laboral. También se puede utilizar *gamificación* con fines sociales para lograr que los ciudadanos se sensibilicen con temas a los que no prestan demasiada atención.

VENTAJAS DE LA GAMIFICACIÓN

Ángel Cano⁶, CEO de una empresa española centrada en el desarrollo de proyectos de *gamificación*, considera que sus ventajas son:

«Aumenta la visibilidad y el reconocimiento de marca: con la *gamificación* se ofrece al usuario un proyecto nuevo, que además le entretiene. Por otra parte, al participar, el usuario consigue puntos y supera a sus contrincantes, lo que les motiva a seguir y compartir sus logros. Esta suma de factores se traduce en viralidad para el proyecto y la empresa porque a los usuarios les gusta compartir lo que les divierte y les gusta aún más regodearse de sus logros o de alcanzar un puesto digno dentro de un ranking.

Mejora el posicionamiento de la organización: al usar la técnica de la *gamificación*, la corporación se posicionará como empresa innovadora dentro de su sector. Es una técnica nueva que todavía no es utilizada por demasiadas empresas y, por ello, utilizarla antes de que se popularice ayuda a posicionar a la compañía como líder en lo que a innovación se refiere, dentro de su ámbito de negocio. Aprovechará para captar y enganchar/retener a los usuarios adelantándose a su competencia».

REALIDAD VIRTUAL

La **realidad virtual** (*Virtual Reality, VR*) es un sistema informático que genera una representación de la realidad (mundo real) al que reemplaza. Introduce al usuario en un mundo virtual similar al real. Implica la creación de un mundo

generado por computadora en el que una persona puede interactuar de tal manera que piensa está en el mundo real en lugar de en un mundo virtual. La realidad virtual sustituye a la realidad física pero no sobreimprime datos informáticos como sí hará la realidad aumentada.

En esencia, la realidad virtual reemplaza al mundo real. En ella se sumerge totalmente de modo inmersivo (immersive). Las primeras aplicaciones de impacto de la realidad virtual fue el juego o simulación de Second Life.

Los dispositivos de realidad virtual sumergen al usuario en una realidad completamente artificial, pero con audio y vídeo, y en muchos casos se realiza interacción. En la actualidad existen dos tipos de tecnologías y dispositivos de realidad virtual. En primer lugar, aquellas que usan el teléfono inteligente o tableta como pantalla y dispositivo para ejecutar las apps de VR, y en segundo lugar aquellos que integran su propia pantalla y obtienen las imágenes de equipos integrado como un PC, portátil o la consola Play Station4.

En la actualidad comienzan a ser muy populares las gafas de VR autónomas que no dependen del teléfono móvil, la ubicación y posición del usuario se calcular a partir de sensores mediante LED o láser.

GAFAS DE REALIDAD VIRTUAL

Existen en el mercado una gran oferta de gafas de realidad virtual con precios y propiedades diferentes, pero en general de gran calidad para temas profesionales y para entretenimiento. Algunas de las más significativas son las siguientes:

- *Oculus Rift*. Probablemente una de las ofertas más demandadas del mercado. Propiedad de Facebook que la ha integrado con todos sus productos.
- *HTC Vive*. Muy completa con pantalla de gran calidad, aunque más costosa que el modelo de Facebook.
- *PlayStation VR* de Sony.
- *Samsung Gear VR*. Necesita utilizar un teléfono Samsung para su funcionamiento.
- *Microsoft VR*. Puede funcionar también con las gafas de realidad virtual de Microsoft, *HoloLens*.
- *Google Cardboard* han sido unas gafas de mucho impacto en el sector. Ahora también ofrece *Google Daydream View* un producto comercial muy pedido.

REALIDAD AUMENTADA

Realidad aumentada (*Augmented Reality*, AR) consiste en mezclar la realidad con la virtualidad de modo que el usuario pueda, por ejemplo, asociar la fotografía de un monumento con su historia, sus datos turísticos o económicos, de manera que pueda servir para tomar decisiones tanto de ocio como de negocios, gestión del conocimiento de las organizaciones, etc. (Googles de Google, Layar, Places de Facebook, Lugares de Android).

La realidad aumentada es un sistema creado a principios de los años noventa (1992) por Tom Caudell, un ingeniero de Boeing que diseñó y desarrolló un visor que guiaba a los trabajadores en la instalación del cableado eléctrico de los aviones a medida que iban avanzando por el fuselaje. Esta definición siguió a la de realidad virtual, acuñada en 1989 por Jaron Larnier, creador también de la primera aplicación comercial en torno a los mundos virtuales. Ambos términos están estrechamente relacionados. Una de las definiciones más aceptadas en la enciclopedia Wikipedia es la de Ronald Azuma, en 1997: "Realidad aumentada es aquella que: combina elementos reales y virtuales. Es interactiva, en tiempo real, y está registrada en 3D".

La realidad aumentada es una tecnología que mezcla la realidad (mundo real) con información virtual (mundo virtual), pero con la sensación de ser "real". Se puede definir la realidad aumentada como un entorno real mezclado con lo virtual donde es posible añadir datos e información virtual al mundo real superponiéndolos a los que el usuario recibe de modo natural.

En la práctica, la realidad aumentada es superponer sobre una imagen real de una pantalla (PC o teléfono inteligente) información de texto, imágenes, audio, ya sea real o virtual, al estilo de lo que sucede en los programas de televisión donde se superimprimen los datos del personaje entrevistado con los datos del monumento que se está observando, en ese momento.

Ejemplos de realidad aumentada se ven con mucha frecuencia en acontecimientos deportivos, como los anuncios que se instalan durante la emisión de partidos de fútbol o en las líneas de *off side* (fuera de línea) en los partidos que se retransmiten por televisión. La televisión la usa habitualmente, y esta tecnología está alcanzando gran popularidad, ya que se puede usar en numerosos dispositivos, desde computadoras hasta dispositivos móviles como iPhone, iPad de Apple o los iOS.

Una aplicación común son los programas que permiten utilizar la cámara fotográfica integrada en el teléfono inteligente para enfocar la zona donde nos encontramos en ese momento. El programa consulta la posición geográfica y detecta lugares (restaurantes, cines, discotecas...) y muestra en forma automática información de dichos lugares, ya sea superpuesta sobre la imagen

fotográfica o bien abriendo ventanas superpuestas con información de toda índole.

LA EXPANSIÓN DE LA REALIDAD AUMENTADA

El auge de la realidad aumentada se ha producido desde que las PC se han ido sofisticando tecnológicamente, pero sobre todo desde que los celulares se han vuelto inteligentes. Asimismo, los anchos de banda y las tarifas planas de acceso a Internet han puesto a la Web al alcance de todos. La realidad aumentada "engloba un conjunto de tecnologías que permiten la superposición en tiempo real de archivos digitales, información, marcadores sobre los orígenes del mundo real que percibimos a través de la cámara Web de nuestro portátil o celular".

La razón de la explosión del término en los últimos años, se debe a que los smartphones actuales disponen del hardware necesario: una WebCam, pantalla, software, conexión de datos a Internet, además de dispositivos de geolocalización. Como lo definiera Azuma, los PC y los smartphones pueden combinar elementos reales y virtuales, son interactivos, funcionan en 3D y en tiempo real. Pueden también incluir etiquetas con los códigos QR de modo que se puedan superponer imágenes en 3D cuando se enfoque con la cámara del celular.

La fundación Telefónica de España publicó un informe sobre la realidad aumentada donde anunció una transformación y la convergencia de lo real y lo virtual, y vaticinaba que la realidad aumentada se convertiría en el modo habitual de percibir el mundo de la siguiente década. Este informe preveía que los ingresos por facturación de realidad aumentada crecerían, principalmente debido al auge de los *smartphones* o las consolas portátiles, de 6 millones de dólares (en 2008) a 350 millones (en 2014), con una tasa de crecimiento anual del 97%.

Las tendencias, según el informe de Telefónica son: "ser más transportables, más cómodos y más transparentes para el usuario"; en la actualidad, computadoras y teléfonos celulares son los dos tipos de dispositivos más utilizados, aunque se espera que el desarrollo de las tecnologías de presentación (*display*) y la miniaturización de unos anteojos se sobreimprima directamente sobre los cristales, la información virtual."

APLICACIONES DE REALIDAD AUMENTADA

Las aplicaciones de realidad aumentada son innumerables y en todos los campos de la ciencia y la sociedad, tanto para teléfonos inteligentes como para computadoras personales, tabletas... y que junto con el empleo de servicios en la nube, están siendo cada vez más populares. Algunos campos donde se está aplicando la realidad aumentada son:

- En publicidad y sus ramas.
- En videojuegos y realidad virtual.
- En los diferentes niveles del sector educativo.
- En turismo.
- En visitas a museos y exposiciones.
- En ciencias de la salud.
- En procesos industriales.
- En programas de simulación.
- En arquitecturas y decoración.
- Otros.

Desde el punto de vista práctico, describiremos algunas de las aplicaciones de mayor impacto mediático en el campo de los *smartphones*. Las aplicaciones disponibles en ellos son numerosas y en la Web se pueden encontrar los rankings más variados. En esta sección, recogeremos algunas de las más populares utilizadas por los navegantes de Internet, las empresas y las instituciones.

Pokémon Go

Posiblemente sea la aplicación de realidad aumentada que más popularidad ha alcanzado a lo largo del año 2016. Es una aplicación del clásico juego de Nintendo que está desarrollado para los dispositivos móviles y permite que los usuarios localicen y «atrapen» los simpáticos personajes del juego tan solo con enfocar la cámara del terminal en cualquier situación. Es decir, «el usuario puede buscar, capturar, luchar y comerciar con Pokémones escondidos en el mundo real; en esencia, el usuario debe desplazarse por el mundo real utilizando el dispositivo para descubrir y tocar fuentes de energía».

Layar

Layar es una aplicación que te permite crear y acceder a contenido interactivo desde carteles, revistas, anuncios publicitarios y códigos QR impresos en los productos; es un navegador que añade información a los teléfonos celulares relativa a los lugares donde nos encontramos, es decir, agrega información a la realidad. Con Layar se podrá contemplar contenido extra como videos, cupones de descuento, páginas de Internet o versiones alternativas de los carteles o productos a los que se está dirigiendo la cámara del teléfono o tableta. Además, cuenta con Geo Layers, una función que permite encontrar eventos, restaurantes y tiendas que estén a tu alrededor. La herramienta Layar se apoya en dispositivos móviles con cámara, GPS y brújula digital, integrándose con aplicaciones de geolocalización. En la página oficial de Layar (www.layar.com), podrá encontrar el

lector una excelente documentación de realidad aumentada y procedimientos para utilizar sus productos, tarifas, soporte y noticias de la aplicación.

Otras aplicaciones de realidad aumentada

Son numerosas las aplicaciones de realidad aumentada, además de Layar tanto para escritorio como dispositivos móviles. A continuación, se presenta un breve listado de algunas aplicaciones para teléfonos inteligentes: TwittARound, una aplicación relacionada con el ecosistema; YelpMonocle; Wikitude World Browser; Augmented ID; Word Lens; Acrossair.

Gafas de realidad aumentada

En paralelo al desarrollo de la realidad aumentada, se ha realizado una industria relacionada con los dispositivos wearables, las gafas de realidad aumentada. Numerosas multinacionales han iniciado el desarrollo de estos dispositivos. Google, Microsoft y Apple son empresas muy centradas en el desarrollo de realidad aumentada. Las gafas más populares son HoloLens de Microsoft.

Diferencias entre realidad aumentada y realidad virtual

La realidad aumentada incrusta información digital en el mundo real mientras que la realidad virtual crea contextos digitales que imitan el mundo real. En cuanto a la inmersión del usuario (aunque en diferentes grados de mundos inventados), la realidad virtual aísla completamente al usuario del mundo real, mientras que la realidad aumentada requiere que el usuario siga en contacto con el mundo circundante.

Taringa⁷, un portal tecnológico muy acreditado, ve las siguientes diferencias entre realidad aumentada y virtual, así como su comparativa con videojuegos: «**Realidad virtual:** La realidad virtual ha eliminado la frontera existente entre realidad e irrealdad. No se trata en este caso de la imposibilidad de separación entre lo real y aquello que no lo es, sino la difusión de los límites que los separan. **Realidad aumentada:** es el término que se usa para definir una visión directa o indirecta de un entorno físico del mundo real, cuyos elementos se combinan con elementos virtuales para la creación de una realidad mixta en tiempo real. Consiste en un conjunto de dispositivos que añaden información virtual a la información física ya existente, es decir, añadir una parte sintética virtual a lo real. **Videojuegos:** Un videojuego o juego de video es un software creado para el entretenimiento en general y basado en la interacción entre una o varias personas y un aparato electrónico que ejecuta dicho video juego. »

REALIDAD MIXTA Y REALIDAD FUSIONADA: UN CAMINO AL FUTURO

A lo largo del año 2016 y durante el 2017 se han presentado proyectos de futuro que posiblemente vean la luz en breve y que se han bautizado con el nombre de realidad mixta y realidad fusionada.

La **realidad mixta**⁸, como indica su nombre es un híbrido de ambas realidades; la realidad aumentada superpone el añadido digital al mundo físico que vemos con nuestros ojos y la realidad virtual con la intermedicación de unas gafas, unas viseras cerradas o dispositivos análogos, transporta al usuario a otro lugar. Utiliza también óptica avanzada, sensores y una gran potencia de computación, creando un espacio holográfico en tiempo real. En este proyecto se contemplan los dispositivos HoloLens de Microsoft y otros dispositivos de Lenovo, HP y Dell.

La **realidad fusionada**⁹ (*merged reality*) es un concepto ideado por Intel -el primer fabricante mundial de chips de computadores- para definir un nuevo tipo de realidad que ha denominado realidad fusionada y que consiste en una mezcla de elementos virtuales con el contexto real. Intel concibe la realidad fusionada no como una realidad aumentada ni una realidad virtual, sino una evolución que toma lo mejor de ambas tecnologías y las funde.

Intel presentó a finales de septiembre de 2016 nuevos dispositivos y plataformas de hardware abierto para impulsar la fusión entre el mundo físico y virtual. El proyecto presentado lo denominó **Proyecto Alloy**, y es un nuevo dispositivo en forma de casco -similar a los actuales Oculus Rift o HTC Vive- y se apoya en una tecnología propia e innovadora Intel Real Sense con la cual los dispositivos pueden ver el mundo en 3 dimensiones. Según explicó en la presentación oficial de Alloy, el nuevo dispositivo, a diferencia de los cascos de realidad aumentada no necesita conectarse a una computadora o teléfono, ya que toda la capacidad de procesamiento está en el nuevo dispositivo que es el que se coloca sobre los ojos y le proporciona mayor autonomía.

A la nueva tecnología le ha incorporado capacidades técnicas tales como aprendizaje automático, aprendizaje profundo (véase capítulo 8 de inteligencia artificial) y computación cognitiva. Los dispositivos Alloy, según Intel, serán capaces de reconocer objetos de su entorno y comprender escenas, autenticar o navegar de forma inteligente. Intel se apoya en una nueva generación de procesadores, la séptima de Intel Core- especialmente diseñados para el Internet inmersivo. Pretende lanzar el proyecto a lo largo de 2017 y ponerlo disponible para fabricantes que, a su vez, puedan crear nuevos aparatos para el público masivo.

TECNOLOGÍAS CELULARES Y MÓVILES. EL CAMINO A LAS REDES 5G

El despliegue creciente de Industria 4.0 se soporta esencialmente en el Internet de las cosas, que a su vez apoya toda su conectividad en las redes de telecomunicaciones tanto fijas como móviles o celulares. El acceso a Internet a través de dispositivos móviles (teléfonos inteligentes, tabletas, dispositivos *wearables*...) crece de modo exponencial y está produciendo la conectividad casi total en la sociedad. El acceso a Internet se ha convertido en ubicuo y **omnicanal**; es decir, se puede acceder desde cualquier lugar, con cualquier dispositivo y en cualquier momento. Y en lo referente a dispositivos, cada vez más el acceso es *omnicanal* o *multicanal* –es decir, acceso a Internet a través de cualquier dispositivo comercial, teléfono inteligente, tableta, PC de escritorio y los numerosos dispositivos que están emergiendo y que en este capítulo explicaremos con más detalle en los próximos apartados– y está produciendo que el Internet móvil esté superando en número de usuarios al Internet tradicional con acceso por escritorio.

El gran evento a nivel anual mundial de las tecnologías y comunicaciones móviles, el *Mobile World Congress*, en la edición de 2016 celebrada en Barcelona (febrero de 2016) se presentaron las grandes tendencias que marcarían el futuro próximo de los dispositivos móviles. Las diez tendencias más destacadas fueron las siguientes:

1. Realidad virtual y 'wearables'
2. Tabletas profesionales
3. Conectividad: la futura red 5G
4. **eSIM** (SIM virtual)
5. Coche (carro) conectado
6. Pagos móviles
7. Teléfonos inteligentes de altas prestaciones
8. '*Mobile connect*' (sistema de identificación digital único universal válido para sustituir las contraseñas)

El Internet móvil se caracteriza por los siguientes componentes: dispositivos móviles, *hardware* y *software* de los dispositivos, y redes de telecomunicaciones fijas, móviles e inalámbricas.

DISPOSITIVOS MÓVILES

Los dispositivos móviles en general son de tamaño reducido y manejables (móviles o transportables), disponen de conexiones inalámbricas (3G, 4G y futura 5G), Bluetooth, WiFi, (futura LiFi), y los más populares son:

- Teléfonos inteligentes (*smartphones*), tabletas (*tablets*)
- Dispositivos *wearables* tales como relojes inteligentes (*smartwatches*)
- Terminales M2M (terminales o conexiones SIM instaladas en máquinas y que se conocen como “máquina a máquina” y que se suelen instalar en automóviles, maquinaria sanitaria o puntos de “ciudades inteligentes”). En estos casos, normalmente suelen limitar sus operaciones a la recogida o envío de datos sobre su funcionamiento, estado, etcétera.
- Libros electrónicos
- Reproductores de música portátiles
- Cámaras fotográficas
- Videoconsolas portátiles
- Robots

Los dispositivos móviles más comercializados en la actualidad son los teléfonos inteligentes y tabletas o *tablets* (los teléfonos móviles tradicionales o teléfonos “tontos (*dumb*)” cada día se venden en menores cantidades, aunque todavía persiste su comercialización ya que siguen incorporando funcionalidades típicas –además de la voz– muy aceptadas, tales como mensajes SMS, cámara de fotos, reproductor de música MP3, aunque normalmente no permiten instalación de nuevas aplicaciones y su conectividad de datos es muy limitada).

HARDWARE

Los dispositivos móviles inteligentes tienen las mismas características técnicas que los computadores personales de un tamaño reducido. Sus componentes son: procesador, memoria volátil, memoria interna y externa, placa base, antena móvil, antena wifi, micrófono, cámara (frontal y/o trasera), altavoz, puertos de conexión, batería, pantalla táctil, teclado virtual, sensores, giróscopos, etcétera.

El procesador o CPU del dispositivo móvil es su unidad central de proceso, al igual que en un PC y normalmente reside en un solo chip (SoC, system on a chip) que es una memoria RAM, ROM, controladores de interfaz, tecnologías inalámbricas, reguladores de voltaje, núcleos del procesador (uno o varios), sensores, etc. Dependiendo del fabricante del dispositivo incorporarán un chip procesador u otro, con uno o más núcleos –ahora es usual, sobre todo en

dispositivos de alta gama-. Es preciso destacar la unidad de procesamiento de gráficos (**GPU**), un coprocesador dedicado expresamente al procesamiento de gráficos y las operaciones matemáticas avanzadas. Su propósito principal es agilizar las cargas de trabajo de determinadas aplicaciones (*apps*) que requieren gran potencia como es el caso de juegos, reproducción de videos, gráficos complejos, etcétera.

Los terminales móviles de usuario se componen de al menos dos elementos clave: 1) identificación única del dispositivo (el código internacional IMEI de 15 dígitos); 2) identificación única del cliente (la tarjeta chip SIM (subscriber identity module) codificada mediante un PIN).

LA TARJETA eSIM

La tarjeta **eSIM** –citada anteriormente como novedad en WMC 2016– es una tarjeta que viene a sustituir a la tarjeta SIM física. Es también un chip que vendrá instalado de fábrica (no lo proporcionará el proveedor de telefonía como hasta ahora) en el teléfono celular (móvil) y se programará en remoto por parte del operador para aplicarle el número de teléfono y la tarifa contratada. La SIM virtual permitirá almacenar varios perfiles/cuentas incluso de diferentes operadores, lo que permitirá la migración de un operador a otro de un modo muy fácil (ideal sobre todo en los viajes al extranjero del titular del teléfono).

SOFTWARE

El software de los dispositivos móviles, desde un punto de vista operativo y práctico, lo dividimos en dos grandes categorías: sistemas operativos y aplicaciones móviles (*apps*). Los sistemas operativos móviles han aumentado su importancia de modo exponencial, así como su popularidad gracias a las miles de aplicaciones móviles existentes y asociadas a cada sistema operativo, unas que vienen instaladas de serie en el momento de la compra, y otras, la mayoría, que se debe descargar y ejecutar en los dispositivos móviles.

Existen numerosos sistemas operativos móviles: Android, iOS, Windows Phone, Symbian, Blackberry, Nokia, Samsung, Kindle,... aunque los más extendidos son Android de Google y iOS de Apple.

Sistemas operativos móviles

Un sistema operativo (OS) móvil es el software que controla todo el funcionamiento de un dispositivo móvil de modo similar que un sistema operativo de computador personal (PC) de escritorio.

Android fue comprado por Google en 2005 y su popularidad actual reside esencialmente en ser un software de código abierto (*open source*), lo que permite

ser utilizado libremente por cualquier fabricante u operador y desarrolladores. En 2007, Google presentó la Open Handset Alliance –un consorcio de operadoras de telecomunicaciones y compañías de hardware y software– y liberó el sistema operativo. La mayoría de los fabricantes de dispositivos móviles –Samsung, Huawei, LG, Lenovo, Google...– implementan Android.

iOS es el sistema operativo y propietario de Apple. Tiene la gran ventaja de que todos los dispositivos de la empresa –iPhone, iPad, Mac, iPod Touch– lo utilizan y se pueden intercambiar con gran facilidad todo tipo de datos y aplicaciones. Su gran ventaja es la seguridad de su uso y de sus aplicaciones. Es un sistema operativo que viene cifrado por defecto, así como las aplicaciones lo cual es una gran ventaja sobre todo cuando el dispositivo se pierde. Después de Android, es el sistema operativo más extendido del mundo con un porcentaje muy alto de penetración.

Apps

Las aplicaciones son programas desarrollados para ser descargados e instalados en nuestros teléfonos celulares (móviles); unas veces son nativas y vienen ya incorporadas de serie en los dispositivos, y otras es preciso descargarlas de las tiendas de aplicaciones de los fabricantes.

En 2008 se lanzaron las dos tiendas de aplicaciones de Apple y Google. Al principio, cuando se lanzó iPhone en 2007 incorporaba de serie varias funcionalidades o ‘widgets’, pero Apple no permitía la instalación de aplicaciones adicionales. En 2008 Apple liberó el sistema y presentó un kit de desarrollo basado en su sistema operativo (SDK iOS) permitiendo a cualquier desarrollador del mundo programar y publicar nuevas aplicaciones para iPhone, siempre que cumplieran con unas condiciones de seguridad y comerciales, exigiendo un control o aprobación previa de Apple al desarrollador.

Google lanzó también en 2008 su tienda de aplicaciones, entonces denominada Android Market –su nombre actual es Google Play–, que se basaba en el sistema operativo Android de código abierto, pero a diferencia de Apple no exigió un control o aprobación previa de las aplicaciones antes de su publicación, aunque debían utilizar por supuesto el kit de desarrollo Android SDK, al igual que Apple, y lógicamente seguir las instrucciones fijadas por Google.

El actual funcionamiento de sendas tiendas –App Store y Google Play– es muy similar ya que se ha creado un nuevo modelo de negocio muy productivo donde los desarrolladores pueden tener grandes beneficios en función de las descargas, pero abonando previamente las cantidades estipuladas por Apple y Google por permitirle utilizar sus kits de desarrollo y la posterior “subida” a la respectiva tienda. Las apps se clasifican en tres grandes categorías:

1. **Apps gratis o freemium.** La *app* se baja gratuitamente y tiene contenidos o servicios en abierto pero exige el pago por el acceso a ciertos contenidos o servicios denominados Premium.
2. **Apps de pago por descarga.**
3. **Apps con modelo de suscripción.**

COMUNICACIONES Y SERVICIOS MÓVILES: LAS REDES 5G

Los sistemas de comunicaciones móviles realizan el enlace de radiocomunicación entre dos terminales, situados en lugares diferentes y en movimiento. En la actualidad, la telefonía móvil se apoya en estándares internacionales de conexión, aceptados universalmente, y que permite llevar y utilizar nuestro celular allí donde viajemos. El primer estándar aceptado fue un invento europeo: el GSM que se empezó a desarrollar en 1982. La familia de estándares aceptados universalmente por la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) son: 1G, 2G, 3G, 4G (LTE y LTE Advanced) y 5G (este último todavía no estandarizado y que comentaremos en un apartado especial) y son – en mayor o menor medida– mejoras y adaptaciones del GSM primitivo.

En la actualidad los estándares más utilizados son las redes 3G y 4G que se alternan según la cobertura del lugar, y se espera que en 2020 ya esté desplegado de modo universal las redes 5G. El paso de la tecnología 3G (velocidades de transmisión de 284 Kbps a 2Mbps) a la tecnología 4G (velocidad de transmisión de 50 Mbps a 100 Mbps) ha supuesto al día de hoy, un gran incremento en la velocidad de transmisión que además está permitiendo la iniciación del despliegue de internet de las cosas (IoT).

Los servicios de comunicaciones móviles son muy diversos y han variado con el paso del tiempo. Las categorías más extendidas son:

- Telefonía móvil terrestre y telefonía móvil satélite
- Telefonía voz IP por teléfonos y dispositivos móviles de operadoras y de servicios de mensajería
- Mensajería móvil, *chat*, *chatbots*, asistentes virtuales
- Radiolocalización
- Comunicaciones inalámbricas
- Internet móvil (conexiones de los terminales móviles a Internet para comunicación de voz, datos, imágenes, vídeos...)

REDES 5G: EL FUTURO EN 2020

La red móvil 5G que vendrá a sustituir a las actuales redes 4G y 3G, tiene previsto su despliegue comercial para el año 2020, aunque algunos fabricantes y operadoras de telefonía han anunciado que iniciarán su comercialización gradual a partir de 2017 y, sobre todo, 2018 (el operador estadounidense Verizon, es uno de los operadores que ha anunciado tener previsto el inicio de su despliegue en 2017). En uno u otro caso, lo que sí está claro es que el despliegue de la red 5G potenciará la conectividad total y el despliegue masivo del Internet de las Cosas. Como ya se ha comentado antes, la UIT (organización internacional de la ONU para estudio y reconocimiento de estándares de telecomunicaciones) solo tiene publicados los estándares de las redes 3G (conocidos como IMT-2000) y las redes 4G (conocidos como IMT-Advanced).

El 19 de julio de 2016, la UIT definió la perspectiva y la hoja de ruta para el desarrollo de la tecnología móvil 5G y ha definido el término IMT-2020 como equivalente a 5G que tenía previsto aprobar durante octubre/noviembre de 2016 con ocasión de la Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT-16 en la asamblea de Radiocomunicaciones del UIT-R), por el Sector de Normalización de las Telecomunicaciones para los próximos años. Esta Asamblea se celebró en Hammamet (Túnez) del 26 de octubre al 3 de noviembre de 2016. Se espera que el citado estándar IMT-2020 deberá estar disponible para 2020.

5G es capaz de transmitir datos a una velocidad de 10-20 Gbps (Gigabits por segundo) y una latencia de entre uno y cinco milisegundos, superando muy ampliamente las características de la más avanzada, en la actualidad, que es la red 4G. La red 5G dará soporte completo para implementar el Internet de las Cosas, interconectando miles de millones de dispositivos entre sí con optimización en el uso de energía requeridas, por un lado, y con un mejoramiento en la calidad y tiempo de vida de las baterías de los dispositivos, por otro lado.

Houlin Zhao, Secretario General de la UIT, con ocasión de la presentación de la normalización 5G manifestó que: *«se espera una sociedad plenamente conectada que integrará a las personas con los objetos, los datos, las aplicaciones, los sistemas de transporte y las ciudades en un entorno inteligente de redes de comunicación»*.

Con ocasión del Campeonato Mundial de Fútbol en Rusia y de los Juegos Olímpicos de Invierno en Corea del Sur, ambos en 2018, se espera poder realizar ensayos de la red 5G a un nivel global.

COMUNICACIONES INALÁMBRICAS

Los sistemas de comunicación entre dispositivos móviles (teléfonos inteligentes, tabletas, computadores portátiles, entre otros) más usuales son las tecnologías inalámbricas de características muy diferentes entre ellas, aunque normalmente complementarias en su utilización. Las tecnologías inalámbricas más utilizadas son:

- **Infrarrojos (IrDA).** Estándar físico de transmisión y recepción de datos mediante rayos infrarrojos (tecnologías que viajan en el espectro infrarrojo). Es una tecnología clásica y muy utilizada (mandos de TV, mandos a distancia, punteros electrónicos...) con la limitación de la distancia necesaria entre dispositivos, y por estas razones cada día están más en desuso.
- **Bluetooth.** Es una tecnología estándar 802.15 de la IEEE que permite la creación de redes inalámbricas de corto alcance entre diferentes dispositivos y con una alta velocidad de transmisión. Las especificaciones de Bluetooth están autorizadas por **Bluetooth Special Interest Group (SIG)**, un consorcio internacional de empresas e industrias. La tecnología Bluetooth tiene un alcance real de decenas de metros. Esta tecnología es muy popular, pero es necesario tener presente que los datos no se envían cifrados y, por eso, es necesario tener precauciones en la comunicación, aunque pese a ello es una de las comunicaciones más populares y utilizadas en la actualidad para conexión de dispositivos móviles. Los enlaces se realizan por radiofrecuencia en la banda de 2,45 GHz. Las versiones de Bluetooth más antiguas son 1.1, 1.2, 2.0 y 2.1. En 2009 nació la versión 3.0, que aumentó considerablemente la velocidad de transferencia de datos, y en 2013 y 2014 comenzaron a comercializarse las versiones 4.0, 4.1 y 4.2 muy utilizadas en la actualidad y que soportaban, entre otras cosas compatibilidad con las redes LTE/4G. En junio de 2016 Bluetooth SG (www.bluetooth.com) anunció la última versión, v5.0 que está comenzando a comercializarse desde principios de 2017. Esta versión mejora considerablemente las versiones 4 (doble alcance, cuádruple alcance, gran aumento del ancho de banda disponible y consumo de menor batería). El último teléfono celular de Samsung, presentado a finales de marzo de 2017, Galaxy S8 incorpora la versión 5.0 de Bluetooth.
- **NFC.** Las tecnologías de campo cercano (**NFC**, *Near Field Communication*), aunque han alcanzado gran popularidad desde 2011, no son una novedad tecnológica, ya que en el 2003 fueron aprobadas como una extensión del estándar ISO/IEC 14443 para tarjetas de proximidad sin contactos, que combinan una tarjeta inteligente y un lector en un único

dispositivo. Es una tecnología inalámbrica de corto alcance y alta frecuencia que permite el intercambio de datos; funciona en la banda de los 13,56 MHz (banda en que no se requiere licencia administrativa para usarla), extensión de la tecnología RFID; opera con velocidades de transmisión de 106 Kbps, 212 Kbps y 424 Kbps.

NFC permite enviar y recibir mensajes entre dos dispositivos a corta distancia y en dos modos diferentes: activo, en que ambos dispositivos son emisores y receptores, entonces la distancia de cobertura es de 20 cm; pasivo, en que solo uno de los dispositivos es activo, emisor o receptor.

- **ZigBee.** Es un estándar de comunicaciones inalámbricas diseñada por la ZigBee Alliance. Es un conjunto estandarizado de soluciones que pueden ser implementadas por cualquier fabricante. ZigBee está basado en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal (**WPAN**, *Wireless Personal Area Network*) y su objetivo son las aplicaciones que requieran comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de sus baterías.

ZigBee fue creado para cubrir la necesidad del mercado de un sistema a bajo costo, y un estándar para redes inalámbricas de pequeños paquetes de información, bajo consumo, seguro y fiable. Es ideal para su uso en redes domóticas y pretende remplazar la proliferación de sensores/actuadores individuales. Es un transmisor y un receptor que usa baja potencia para trabajar. Su construcción es muy sencilla. Es una tecnología inalámbrica pensada para automatización de edificios de viviendas o empresariales, zonas industriales y sobre todo tiene especial aplicación en sensores de todo tipo. Ha sido desarrollada para satisfacer la creciente demanda de capacidad de red inalámbrica entre dispositivos de baja potencia, de modo que en cada dispositivo se coloquen transmisores que permitan la comunicación entre dispositivos y una computadora central.

- **Red WiFi.** Las redes Wi-Fi se basan en la tecnología de transmisión de datos sin hilos, y su objetivo principal es la conexión de dispositivos próximos entre sí (distancias de 100-300 metros) a altas velocidades equiparables a las de una red cableada. Las conexiones Wi-Fi utilizan las bandas de uso común (no requieren licencia y su potencia es limitada) de 2,4 GHz y 5 GHz, y operan en el conjunto de estándares 802.11. Prácticamente, casi todos los teléfonos inteligentes, tabletas y computadores portátiles vienen dotados de conexiones Wi-Fi. De igual forma, los *routers* domésticos que se comercializan incorporan estándares Wi-Fi, lo que permite la conexión de diferentes dispositivos dentro del entorno del hogar. Las redes WiFi tienen el inconveniente de la seguridad y es conveniente acceder a la red con una contraseña, por lo que es necesario extremar las preocupaciones en las redes WiFi abiertas,

aunque también es cierto que ya hoy día se disponen de cifrados WEP o WPA con WPS y, sobre todo, un cifrado WPA2 ya muy robusto.

- **Red LiFi.** Es una red que está comenzando a llegar al mercado. La red LiFi o Visible Light Communications (VLC), Comunicaciones por Luz Visible, también denominada Optical WLAN. Li-Fi es el nombre popular de una tecnología de comunicaciones ópticas que lleva investigándose mucho tiempo y que consiste en transmitir datos a frecuencias de entre 400 y 800 THz (es decir, en el espectro visible de los humanos) en espacio abierto. Pretende ser capaz de transmitir información con elementos de iluminación convencionales (bombillas LED) al mismo tiempo que se ilumina una estancia, y añadiendo únicamente unos pocos elementos baratos y fáciles de fabricar a las bombillas actuales.

GEOLOCALIZACIÓN

Gracias a los sistemas GPS instalados en los teléfonos inteligentes y a la conexión a redes inalámbricas o móviles 3G/4G, y las futuras 5G, se pueden asociar las coordenadas geográficas del lugar donde se encuentra el usuario de un teléfono con la dirección IP de Internet, y así mostrar en la pantalla del dispositivo todo tipo de información sobre restaurantes, hoteles, espectáculos de lugares próximos a la posición geográfica, o incluso a distancias kilométricas de esos lugares. (Ver sitios Web como Foursquare, Gowalla, comprada por Facebook y hace tiempo integrada en Facebook Places, Twitter Places, Google Latitude).

La creciente penetración de teléfonos móviles que incluyen conectividad permanente a Internet y los sistemas de posicionamiento global (**GPS**, Global Positioning System), unido a la proliferación de aplicaciones de mapas digitales como Google Maps, Google Earth (o sus competidoras, Bing Maps o Yahoo! Maps), aunado a las funcionalidades de movilidad que proporcionan las redes Wi-Fi y las redes 3G y 4G (y ya incipientes 5G), así como las tecnologías Bluetooth y RFID han hecho que las tecnologías de geolocalización o *geoposicionamiento* se hayan convertido en muy populares. Desde el punto de vista del marketing, la disciplina geomarketing se ha convertido en asignatura casi obligatoria en los Másteres y MBA dirigidos a negocios o marketing.

La geolocalización aprovecha el valor de la ubicación geográfica (coordenadas) como herramienta clave para obtener información que pueda ser de vital importancia para las compañías. La *tecnología de geolocalización* se basa en los sistemas de información geográfica (GIS) para analizar, gestionar y visualizar conocimiento geográfico.

La geolocalización funciona a partir de la identificación de la dirección IP desde la que cada computadora se conecta a Internet. Por consiguiente, geolocalización es la localización del usuario en un punto determinado del mapa, según las

coordenadas geográficas. Esta tecnología requiere un teléfono móvil inteligente (iPhone, Android, Blackberry, etc.) dotado con GPS. Aplicaciones como Foursquare, Brightkite se han convertido en negocios prósperos y rentables para sus creadores, y en aplicaciones de gran uso social para los usuarios de los teléfonos.

Otra gran innovación tecnológica que potencia la geolocalización reside en la nueva versión de HTML (HTML 5) que añade funcionalidad geolocalización a los navegadores de la Web y, por consiguiente, permite la integración de la geolocalización en las aplicaciones Web. Este es el caso de Chrome. Google lanzó, a finales de marzo de 2010, una versión que ya soportaba geolocalización, y eso significa que las API (interfaces de programación de aplicaciones) podrán ser utilizadas por los desarrolladores de aplicaciones Web para móviles y computadores de escritorio. El otro gran navegador en popularidad y penetración, Firefox, a partir de su versión 3.8 también soporta HTML 5, y por consiguiente, geolocalización, y proporciona API para los desarrolladores de la Web. Prácticamente, todos los navegadores restantes, Explorer, Safari, Opera admiten geolocalización.

APLICACIONES DE GEOLOCALIZACIÓN

Las aplicaciones de geolocalización han crecido de modo casi exponencial y en todo tipo de campos. En esta sección nos vamos a centrar en las más populares y que consideramos ofrecen mayor impacto social. Para ello, hemos recurrido a Techcrunch (techcrunch.com), uno de los blogs tecnológicos con más reputación en el mundo y con mayor fiabilidad. Mark Fidelman publicó un informe comparativo sobre los sistemas de geolocalización o **LSB** (*Location Based Services*), servicios basados en localización, donde analiza los ocho servicios más relevantes: Foursquare, Brightkite, Loopt, Yelp, Wher, Booyath, Facebook Places y Twitter Places. Ante la aparición de las aplicaciones de Google en las redes sociales con los casos de Facebook Places y Twitter Places, Fidelman se planteaba las siguientes preguntas: “Facebook pregunta al usuario ‘¿en qué está pensando?’”, mientras que “Twitter pregunta: ‘¿qué está pasando?’”. Y los servicios de geolocalización como Foursquare o la antigua Gowalla, conducen a la pregunta clave en las redes sociales: “¿Dónde estás?”. En la práctica, una aplicación de geolocalización hará dos tareas desde el punto de vista del usuario, informará de cuál es la situación geográfica, y la asociará a lugares del mundo real (restaurantes, cines, museos).

RESUMEN

- Un **dron** (término aceptado por la RAE, Real Academia Española) se define como «Aeronave no tripulada».
- **RPA** (*Remotely Piloted Aircraft*). Aeronave dirigida (pilotada) por control remoto.
- **RPAS** (*Remotely Piloted Aircraft System*). Aeronave no tripulada y su sistema de control (controladora más estación de control).
- **UA** (*Unmanned Aircraft*). Aeronave no tripulada
- **UAV** (*Unmanned Aerial Vehicles*). Es una aeronave en la que el piloto no está físicamente a bordo. Se refiere a la plataforma de vuelo. Estos aparatos, a diferencia de los RPA, son aparatos no controlados remotamente por una persona; es decir, son capaces de despegar, navegar y aterrizar, en forma automática con base en los parámetros que hayan sido previamente establecidos.
- **UAS** (*Unmanned Aerial System*). Sistema aéreo no tripulado. Comprende la plataforma –vehículo aéreo–, el enlace de comunicaciones y la estación de tierra.
- En la jerga española se está comenzando también a utilizar las siglas **VANT** (Vehículo aéreo no tripulado).
- En el caso de España, la ley vigente (Ley provisional para los drones publicada en julio del año 2014) fue aprobada en julio de 2014 y se está a la espera de una actualización que en diciembre de 2016 todavía no se había aprobado.
- Tecnologías **Wearables** (*ponibles*) son tecnologías inteligentes que se llevan puestas en forma de prenda o complemento en la ropa de vestir. Las tecnologías *wearables* llevan dispositivos móviles asociados (*wearable devices*) desde gafas inteligentes hasta relojes inteligentes, chaquetas inteligentes, pasando por pulseras o anillos inteligentes.
- Existe un gran número de dispositivos de propósito general y específicos, y su número seguirá creciendo a medida de su penetración en el mercado: relojes, gafas, lentillas, auriculares, cascos, cinturones, zapatos, guantes, pulseras, anillos, ropa electrónica, etcétera.
- La **gamificación** o *ludificación* es la aplicación de dinámicas y mecánicas de juegos a ambientes no lúdicos con el fin de lograr un determinado objetivo.
- La *gamificación* supone llevar la teoría y el diseño de los juegos a las aplicaciones para hacerlas más atractivas y adictivas. La teoría de juegos

es un área de las matemáticas que estudia diferentes modelos en el comportamiento estratégico de jugadores.

- *Diferencias entre realidad aumentada y realidad virtual*
- *La realidad aumentada incrusta información digital en el mundo real*, mientras que la realidad virtual crea contextos digitales que imitan el mundo real. En cuanto a la inmersión del usuario (aunque en diferentes grados de mundos inventados), la realidad virtual aísla completamente al usuario del mundo real. Mientras que la realidad aumentada requiere que el usuario siga en contacto con el mundo circundante
- La tarjeta eSIM –citada anteriormente como novedad en WMC 2016– es una tarjeta que viene a sustituir a la tarjeta SIM física. Es también un chip que vendrá instalado de fábrica (no lo proporcionará el proveedor de telefonía como hasta ahora) en el teléfono celular (móvil) y se programará en remoto por parte del operador para aplicarle el número de teléfono y la tarifa contratada.
- La red móvil 5G que vendrá a sustituir a las actuales redes 4G y 3G, tiene previsto su despliegue comercial para el año 2020, aunque algunos fabricantes y operadoras de telefonía han anunciado que iniciarán su comercialización gradual a partir de 2017 y, sobre todo, 2018 (el operador estadounidense Verizon es uno de los operadores que ha anunciado tener previsto el inicio de su despliegue en 2017).
- La geolocalización aprovecha el valor de la ubicación geográfica (coordenadas) como herramienta clave para obtener información que pueda ser de vital importancia para las compañías. La *tecnología de geolocalización* se basa en los sistemas de información geográfica (GIS) para analizar, gestionar y visualizar conocimiento geográfico.

BIBLIOGRAFÍA

- **AMIGO**, Fernando (2016). *Gamificación: un nuevo modelo de gestión de comportamientos deseados*. Madrid: Fundación Mapfre (Instituto de Ciencias del Seguro).
- **FERRAN**, Argilés (2016). *Gamificación: Fundamentos y aplicaciones*. Barcelona: Editorial UOC.
- **HERNÁNDEZ**, Jesús (2017). *Mobile Marketing. Estrategia y transformación digital*. Madrid: Editorial Publixed.
- **JUNIPER**, Adam (2016). *La guía completa de drones: Construir+elegir+volar+fotografiar*. Madrid: Editorial Acanto.

- **VIRUES**, David y **GARCÍA-CABAÑAS**, José Antonino (2016). *Piloto de Dron*. 2ª edición. Madrid: Ediciones Paraninfo
- **WERBACH**, Kevin y **HUNTER**, Dan (2013). *Gamificación*. Madrid: Pearson.

NOTAS:

¹ En ocasiones se confunde con el plural en inglés de RPA y no es así, ya que son siglas diferentes.

² Real Decreto-ley 8/2014 de 4 de julio, 2014, publicado en el BOE de 5 de julio de 2014.
http://www.seguridadaaerea.gob.es/media/4243006/rdl_8_2014_4julio.pdf

³ Al día de la edición de esta obra no existe una traducción al español aceptada por la RAE; una traducción recomendada por Fundéu (Fundación Española del Español Urgente) es “ponible”; también se suele traducir por “vestible” o “llevable”.

⁴ La Fundación Fundéu BBVA que tiene el apoyo de la RAE (Real Academia Española) opta por el término “ludificación” para traducir el término gamification en lugar de “gamificación”, y justifica su propuesta en:
<http://www.fundeu.es/recomendaciones-L-ludificacion-mejor-que-gamificacion-como-traduccion-de-gamification-1390.html> .
 Las razones se basan en que los derivados de “juego” se forman a partir de la raíz latina ludus (lúdico, ludoteca, ludópata).

⁵ En España, en septiembre de 2012 se realizó en Valencia el “Primer Congreso de Gamification”. Disponible en:
<http://www.gamificationworldcongress.com/>.

⁶ José Ángel Cano (www.wonnova.com). Disponible en: <http://www.webpositer.com/gamificacion-atraer-y-retener-al-usuario-como-un-juego.html>.

⁷ <https://www.taringa.net/post/info/19525392/Las-diferencias-entre-realidad-virtual-y-realidad-aumentada.html>

⁸ Josep Lluís Micó. ¿Tiene más futuro la realidad mixta que la realidad virtual? *La Vanguardia*. 6 de febrero, 2017
<http://www.lavanguardia.com/tecnologia/20170206/414053748119/internet-en-las-cosas-realidad-mixta-realidad-virtual-comercio-iphone-8.html>

⁹El Mundo. Intel da la bienvenida a la 'realidad fusionada'. 26 de septiembre, 2016.

<http://www.elmundo.es/economia/2016/09/19/57dfaf9222601db65f8b4611.html>.

El Tiempo. Alexis Ibarra.

<http://www.eltiempo.com/vida/ciencia/proyecto-alloy-realidad-fusionada-33866>

CAPÍTULO 3

LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN ORGANIZACIONES Y EMPRESAS

Actualmente casi todas las empresas están digitalizadas en mayor o menor medida. Utilizan correo electrónico, disponen de un sitio web con diferentes páginas web para sus distintos departamentos –en el caso de grandes empresas– blogs para sus empleados o sus líneas de negocio, disponen de cuentas en redes sociales –en las más implantadas como Facebook, Twitter, LinkedIn, Instagram –, contabilizan sus facturas y presupuestos mediante herramientas informáticas, etc. Sin embargo, no todas utilizan herramientas de gestión empresarial como CRM, SCM, ERP, ni todas las empresas que se han digitalizado se pueden considerar empresas digitales, ya que esta característica requiere el cumplimiento de una serie de normas de obligado cumplimiento.

La digitalización de la empresa requiere de una **transformación digital** que obligará a la misma a una gran reorganización y sobre todo concienciación de la necesidad de digitalizarse y transformarse digitalmente. En el capítulo se analizarán los principios fundamentales de una empresa digital y el proceso de transformación digital tanto para las empresas tradicionales como para las empresas industriales que conformarán la Industria 4.0 que analizamos en el capítulo 1.

La empresa digital ha dado lugar a un nuevo modelo de economía, **economía digital** que, a su vez, se ha sustentado en otros tipos de economías como es el caso de la **economía colaborativa** y nuevos modelos de innovación: *cocreación*, *crowdsourcing*, *crowdfunding*.

Se estudiará el proceso de transformación digital y las etapas para su consecución y se analizarán los diferentes modelos de transformación digital en los sectores de mayor impacto en la sociedad, la economía y la industria, así como en los sectores académicos y de investigación.

Por último, se describirán diferentes casos de éxito de empresas que han realizado **procesos de transformación digital** que han conducido a la conversión de las compañías en verdaderas empresas digitales.

¿QUÉ ES TRANSFORMACIÓN DIGITAL?

En el capítulo 1 tratamos el tema de Industria 4.0, que es el proceso de transformación digital más emblemático que está sufriendo la industria, y al cual también se le conoce como **Fábrica Inteligente**, y derivado de Internet, el **Internet Industrial**.

La transformación digital va más allá de que la empresa tenga presencia en Google, en las redes sociales y en la Web a través de página web, y naturalmente del correo electrónico corporativo y de sus empleados. La transformación digital (**DX**, *Digital Transformation*) recibe su denominación por el cambio en la naturaleza de productos y servicios de las empresas tradicionales.

Existen numerosas definiciones de transformación digital. Vamos analizar algunas de las de mayor presencia mediática y que consideramos se adapta mejor a nuestro objetivo fundamental: el estudio de la Industria 4.0 y de cómo las tecnologías facilitadoras de ella están ayudando a la transformación digital de organizaciones y empresas.

Margaret Rouse¹ define la transformación digital como «la reinención de una organización a través de la utilización de la tecnología digital para mejorar la forma en que la organización se desempeña y sirve a quienes la constituyen. Digital se refiere al uso de las tecnologías que generan, almacenan y procesan datos». La mera implementación de tecnología por sí sola, según Rouse, no produce transformación digital, pero sí consigue cambiar una organización para aprovechar el potencial de las tecnologías.

Otra definición acertada es: «La transformación digital es la oportunidad estratégica de incorporar nuevas tecnologías, pero sobre todo nuevas lógicas para que el negocio sea más eficiente y permita nuevas oportunidades» (Rocasalvatella, 2016)².

Una definición de negocio la proporciona la empresa consultora Flat 101 Digital Business³, centrada en negocios digitales, la cual en su página Web destaca que la transformación digital es un proceso necesario en todas las empresas actuales si quieren competir en un mercado cada vez más globalizado, interconectado y digital. Asimismo, considera que: «la transformación digital implica un cambio en

la manera de hacer las cosas en una empresa y en la forma en que ésta se relaciona con sus clientes y *stakeholders*, adaptando el entorno digital a lo largo de toda su estructura».

La transformación digital ha comenzado en muchas empresas y se está llevando a cabo en un proceso que será de vital importancia para el futuro de las mismas; pero no es sólo tecnología la transformación digital, ya que, si bien el despliegue de las nuevas tecnologías es indispensable, son sólo un ingrediente necesario, pero no el sujeto ni el objeto del cambio (Delgado, 2016:7). Delgado (2016) considera que: «se está produciendo un cambio a una nueva sociedad que denomina **hipersociedad** ya que se está digitalizando la sociedad, la cultura, la política, los trabajadores y los consumidores». La transformación digital no sólo es tecnológica sino social y económica. Los cambios que se están produciendo son generacionales y por consiguiente inevitables (la generación de los “*millennials*” prácticamente viven en una transformación digital que han hecho suya en su manera de vivir). Está en marcha una revolución social para la digitalización de la sociedad, como en su día hablamos de *cibersociedad* a finales de la década de los noventa, con el advenimiento de la nueva sociedad impregnada del ciberespacio y del nacimiento de la Web.

La transformación digital es un proceso necesario en todas las empresas actuales si quieren competir en un mercado cada vez más globalizado, interconectado, digital y *omnicanal* (acceso a Internet y a las organizaciones por múltiples canales).

Una última definición de transformación digital que también aporta grandes ideas prácticas es la de Lombardero (2015)⁴, quien considera que: «la transformación digital se basa fundamentalmente en la hibridación de productos físicos y servicios virtuales o en la conexión de productos, servicios, cosas y personas de forma inteligente, de manera que modifica la naturaleza de los productos y servicios». La convergencia de los productos físicos y lo virtual es uno de los objetivos fundamentales de la transformación digital que implica transformar la cadena de valor para transformar, a su vez, a la empresa.

LOS MODELOS DE NEGOCIO EN LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL

La transformación digital no se trata solo de tecnología sino de transformar los modelos de negocios y, a su vez, ha de ser la base de la estrategia corporativa. La transformación digital requerirá nuevas destrezas y un desplazamiento en inversiones TIC.

La consultora IDC define la transformación digital como: «el proceso continuo por el que las empresas se adaptan para conducir y controlar los cambios disruptivos en sus clientes y mercados (ecosistema externo) mediante la potenciación (*leveraging*) de competencias digitales para crear nuevos **modelos de negocio**, productos y servicios». La TD facilita a las empresas combinar la

perfección digital, el negocio físico y la *experiencia de cliente* mientras mejora la eficiencia operativa y el desempeño organizacional.

Una fórmula muy utilizada por los expertos en DX es:

TD = Experiencia de cliente = Modelo de negocio

¿CUÁLES SON LAS TECNOLOGÍAS FACILITADORAS DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL?

Las tecnologías que soportan Industria 4.0 –tratadas en el capítulo 1 y 2– están ayudando a transformar digitalmente a las empresas. Los pilares fundamentales son: **Computación en la nube** (*Cloud Computing*), **Big Data**, **Internet de las Cosas** –y sus variantes *Internet de todas las cosas* e *Internet Industrial de las Cosas*– **Ciudades Inteligentes** (*Smart Cities*), y como espina dorsal de todo el sistema: la **Ciberseguridad** y el soporte de la **Inteligencia Artificial** y la **Robótica**. Naturalmente, no todas estas tecnologías impactarán por igual a todas las empresas ya que ello dependerá del tamaño de las mismas y del sector al que pertenezcan, así como de sus líneas de negocio fundamentales.

Es necesario que las empresas tradicionales de servicios e industriales de todos los sectores se transformen digitalmente con el objetivo de competir. El único límite es la capacidad de sus directivos para la innovación y gestión de nuevos modelos de negocio. De cualquier forma, es necesario tener presente que existirán empresas cuyas líneas de negocio serán las tradicionales y la digitalización sólo les afectarán en cuanto a la gestión y productividad comercial.

TENDENCIAS DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL

Al igual que sucede con las tendencias tecnológicas generalistas, también la transformación digital presenta sus tendencias para cada año. En este apartado vamos a recoger tres tendencias de transformación digital, dos publicadas en la revista *Forbes* a finales de 2015 (tendencias 2016) y otra a mediados de 2016 (tendencias 2017), y una propuesta de transformación digital de Telefónica, realizada en octubre de 2016. Con el estudio de estas tres informaciones solventes podremos hacer una síntesis para considerar nuestra estrategia en la transformación digital de la empresa y de sus empleados.

PREDICCIONES SOBRE EL FUTURO DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL: TENDENCIAS 2016 (FORBES)

La prestigiosa revista *Forbes* –cuyas ediciones en inglés y español llegan a numerosos países, entre ellos México y España– publicó el 6 de diciembre de

2016 un artículo de Gil Press⁵, un reconocido experto en asuntos tecnológicos, en el que hizo seis predicciones sobre el futuro de la transformación digital, y donde proponía tres tendencias estratégicas y tres tecnologías que tendrían, según él, gran impacto en la transformación digital a lo largo de 2016.

Gil Press estudió tres informes de tres de las grandes consultoras multinacionales. 1) IDC predijo la emergencia de la transformación digital, a la cual llama **Economía DX**. 2) Gartner hace énfasis en la irrupción del negocio de los algoritmos o economía de los algoritmos (*algorithmic business*) y la economía programable (*“programmable economy”*). 3) Forrester, la tercera consultora, dibuja una hoja de ruta para empresas que proporcionen servicios a clientes y consumidores digitales. Basado en estas predicciones, Press propone tres tendencias estratégicas y tres conjuntos de tecnologías –**Analítica de big data, Internet de las cosas (IoT) e Inteligencia Artificial**– que impulsarán la transformación digital como resultado de la actual década.

Estrategias

- La transformación digital se convertirá en el principal impulso estratégico para la mayoría de los CEO.
- Las iniciativas de transformación digital se consolidarán y se crearán estrategias de negocios con una visión muy amplia durante 2016.
- La transformación digital requerirá nuevas habilidades y competencias con un desplazamiento hacia inversiones en TI.

Tecnologías

- *Big Data Analytics*. Será el soporte fundamental de la transformación digital.
- *El Internet de las Cosas* será un catalizador en la expansión de la transformación digital a todos los campos de la economía.
- La *Inteligencia Artificial (AI)* impulsará nuevos flujos de ingresos de transformación digital.

LAS 10 TENDENCIAS MÁS IMPORTANTES PARA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN 2017 (FORBES)

Daniel Newman⁶, en *Forbes* publicó las siguientes tendencias para el 2017:

1. **La adaptabilidad es más vital para el éxito que nunca.** Cita el caso de éxito de la computación en la nube a lo largo de 2016. Como ya hemos visto al comentar las características básicas de la transformación digital, Newman también considera que la

transformación digital no se trata sólo de tecnología, sino de reunir el poder de la tecnología con una cultura que abraza el cambio que puede conducir a la organización.

2. **La importancia del crecimiento de la experiencia de usuario.** La *experiencia del cliente* (incluyendo empleados) es el último objetivo de cualquier transformación digital.
3. **La innovación debe suceder rápidamente:** la innovación proactiva es una de las mejores maneras de mantenerse competitivo en un mercado en evolución.
4. **Abrazar a la fuerza de trabajo remota:** los jóvenes profesionales prefieren la flexibilidad a la compensación. La tecnología móvil (celular) y la proliferación de ancho de banda permiten a las empresas conectarse con (y retener) los mejores talentos en cualquier parte del mundo.
5. **El advenimiento de la realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV).** El éxito del boom de la aplicación Pokémon GO AR lo demuestra.
6. **Las interfaces de programas de aplicaciones (API).** Las API son un arma secreta para abrazar la transformación digital. eBay y PayPal son dos compañías que hacen uso muy significativo de estas tecnologías.
7. **Big data and analytics.** En la era de la transformación digital todo gira en torno a los datos que permiten medir todo o casi todo.
8. **La transformación digital está conducida por el Internet de las Cosas.** Con unas estimaciones de 50 mil millones de sensores (cosas) para 2020 y más de 200 mil millones para 2030, el IoT no sólo será transformador sino disruptivo de los negocios.
9. **Las máquinas inteligentes y la inteligencia artificial (IA) están despegando en gran medida.** Nuestras relaciones con la tecnología continúan evolucionando. Pronto las máquinas podrán aprender y adaptarse a sus entornos.
10. **Destrucción de silos.** El rol de los CIO ha cambiado radicalmente en los años pasados. Con el advenimiento de los nuevos roles del CDO (Chief Digital Officer) y el CCO (Chief Customer Officer) estamos viendo un advenimiento de la importancia de la transformación digital no sólo en la tecnología de una compañía, sino en toda la organización completa. Las soluciones tradicionales son más multidimensionales y la tecnología no se puede utilizar como una muleta. Un enfoque en romper los silos,

dará a la innovación más espacio para florecer y la colaboración se hará más fácil.

LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA VISIÓN DE TELEFÓNICA

Para impulsar en forma global la transformación digital de las grandes empresas y ayudarlas a adaptarse al nuevo contexto de mercado, Telefónica ha desarrollado **Living Cloud** (noviembre 2016), una propuesta basada en su propia experiencia de transformación como compañía, y que se apoya en los siguientes pilares:

1. **La conectividad** que, lejos de ser una *commodity*, **es la clave de la transformación digital**. Su evolución aporta los tiempos de respuesta y los anchos de banda que permiten consumir los nuevos servicios digitales con una **experiencia de usuario excelente** (en este punto la latencia de la red es fundamental). Telefónica apuesta por una nueva generación de redes capaces de aportar la agilidad, seguridad y flexibilidad que reclaman los procesos de negocio.
2. **Una estrategia de servicios *cloud* vertebrada sobre un** modelo híbrido junto con la nube pública, y un modelo de gestión y facturación único. Se trata de llevar todos los servicios a la nube: aquellos que habilitan las capacidades de comunicación, colaboración y productividad de las personas, así como los que permiten ofrecer servicios de infraestructura, plataformas e incluso *software* como servicio, y también los escritorios.
3. **El *digital workplace***: el puesto de trabajo del empleado evoluciona y se hace más móvil, personalizado, virtualizado. Más allá del equipamiento hablamos del *software* que está en la nube, de las herramientas de seguridad y de gestión, en definitiva, de todo aquello que aporta a las empresas flexibilidad y eficiencia.
4. **La *omnicanalidad* y el marketing digital** permiten unir la vivencia física y *on line* del usuario para ofrecerle una experiencia única, diferencial y personalizada.
5. ***Big data* e IoT** son elementos diferenciales para hacer más competitivas a las empresas. Telefónica facilita *big data* desde tres vertientes diferentes:
 - Las plataformas en *cloud* ofrecen a las empresas la infraestructura necesaria para acometer sus proyectos de *big data* con modelos de pago por uso.

- Los datos anonimizados que acumula como operador se cruzan con los de sus clientes para generar la mayor variedad de fuentes.
 - La experiencia en la elaboración de modelos predictivos y analítica de datos de sus *data scientists* (Synergic Partners).
6. La **seguridad** es clave para garantizar la confianza en el nuevo entorno digital. En los proyectos de Telefónica se incorpora desde el principio y la propia red se convierte en un elemento activo de la seguridad que va adquiriendo conocimiento de los ataques para bloquearlos.

LA EMPRESA DIGITAL

La transformación digital de la sociedad está conduciendo a la digitalización de las empresas. La prácticamente totalidad de empresas, grandes, medianas y pequeñas, están en mayor o menor proporción digitalizadas: utilizan muchas tecnologías de las que hemos examinado en los capítulos 1 y 2, habilitadoras de la cuarta revolución industrial. Sin embargo, utilizar correo electrónico, disponer de página web, ser usuaria de una o varias redes sociales, e incluso utilizar herramientas de software de gestión empresarial como CRM, ERP o SCM no significa que la empresa pueda ser considerada una empresa digital, guardando las distancias, como empresas modelo de esta disciplina como Amazon, Facebook o Telefónica. Entonces, ¿a qué nos referimos cuando hablamos de transformación digital de la empresa? La respuesta radica en que si dicha transformación nos está conduciendo a la empresa digital y al diseño de estrategias digitales.

Como señala Delgado (2016), una empresa digital es «la que usa intensamente las TIC para competir», y continúa: «Una empresa digital es aquella que ha realizado un esfuerzo consciente y sistemático para, gracias a las tecnologías de la información, ser más ágil, conocer y tener una mejor relación con sus clientes, reducir sus costes mediante la automatización extrema de sus procesos, incorporar tecnología a sus productos o servicios o facilitar la colaboración digital de sus empleados». Existe una gran unanimidad en los directivos, consultores, expertos, en que la digitalización que entraña la transformación digital hoy día es una necesidad para competir en el actual mundo digital, y máxime en los comienzos de la cuarta revolución industrial.

LOS DOCE DOMINIOS DE DIGITALIZACIÓN DE LA EMPRESA

La digitalización de la empresa se asocia tradicionalmente al marketing digital, comercio electrónico o digital, redes sociales, etc.; sin embargo, en la actualidad

la empresa digital implica la actuación en diversos ámbitos y sectores. Delgado (2016; 26-30) define en su obra un modelo para realizar la digitalización de una empresa que se compone de doce ámbitos o dominios en los que la digitalización impacta a las empresas, y que son los siguientes:

- Marketing digital
- Comercio digital
- Redes sociales
- Analíticas
- Procesos digitales
- Colaboración digital
- Innovación digital
- Habilidades digitales
- Conocimiento digital
- Roles digitales
- Plataforma digital
- Puesto de trabajo digital

LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA INDUSTRIA Y EN LA EMPRESA

La digitalización de las organizaciones requiere de la puesta en marcha de un proceso de transformación digital con las estrategias adecuadas. Existen numerosas propuestas para llevar a cabo el proceso de transformación digital dependiendo de los sectores a los que pertenecen las organizaciones, así como el tamaño, el estado real de digitalización, líneas de negocio, etc. Tenemos como ejemplo dos modelos: a) **España 4.0: La transformación digital de la empresa**, realizado por la consultora Ronald Berger para Siemens España y muy centrado en el proyecto de Industria 4.0 – y en consecuencia empresas con este perfil; b) un segundo informe que hemos extraído del “**I Estudio de Transformación Digital de la Empresa**”, realizado por la empresa especializada *Territorio Creativo* en colaboración con *The London School of Economic Enterprise (LSEE)* y que presentaron a finales de noviembre de 2015, el cual está más orientado a empresas de cualquier tamaño y realizado como una encuesta sobre el tema y consultas a numerosos directivos de todo tipo de empresas españolas, multinacionales y nacionales.

ESPAÑA 4.0: LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LAS EMPRESAS (UNA VISIÓN DESDE INDUSTRIA 4.0)

El estudio fue presentado en mayo de 2016 en Madrid, por la presidenta de Siemens España, Rosa García, Patrick Biecheler, director de Roland Berger y Juan Rosell, presidente de la CEOE (Central Española de Organizaciones Empresariales). La transformación digital según Roland Berger/Siemens⁷ es: «la adaptación de las cadenas de valor de los distintos sectores de la economía a ese efecto disruptivo que comienza con el consumidor digital. La transformación digital es también la conexión integral de las distintas áreas de la economía y la manera en la que los *players* [actores] de cada sector se adaptarán a las nuevas condiciones que imperan en la economía digital». La transformación digital según

Siemens podría implicar un incremento de 120.000 millones de euros en los sectores analizados para el año 2025.

Las grandes disciplinas consideradas en el estudio fueron:

- Economía digital
- Empresa digital
- Transformación digital
- Proceso de transformación digital
- Herramientas para iniciar la transformación digital

y los procesos considerados fueron:

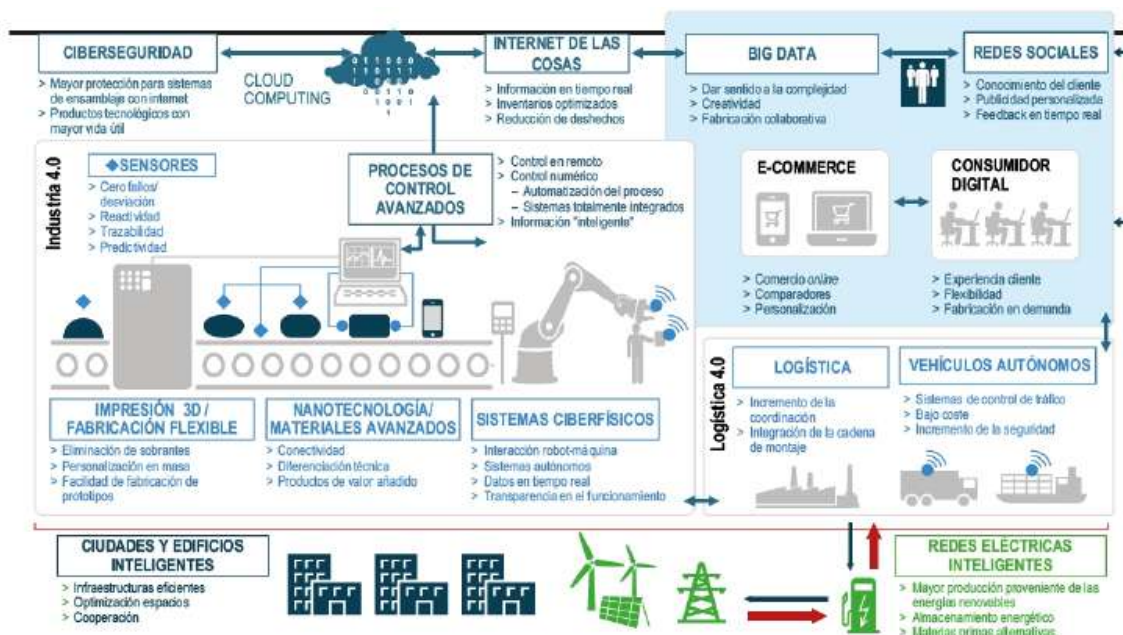
- Acceso a todo tipo de información digital
- Automatización de procesos
- Acceso digital al cliente
- Conectividad en el ámbito interno

Siemens fue una de las grandes empresas alemanas —junto con Bosch— que impulsaron la iniciativa Industria 4.0, por lo cual el ecosistema digital que proponen en el estudio se basa fundamentalmente en las tecnologías y estrategias propuestas en Industria 4.0.

El ecosistema digital propuesto se apoya en los pilares clásicos de Industria 4.0: Ciberseguridad, Internet de las Cosas, Cloud Computing y Big Data, al que añade Redes Sociales con el soporte del Comercio Electrónico (*e-commerce*) y el rol del consumidor digital. El ecosistema se sustenta en Industria 4.0 y Logística 4.0 (disciplina lógicamente unida a la fabricación digital con Siemens como líder mundial), cada una de las cuales se apoya, a su vez, en tecnologías y materiales de la industria y de la fabricación

Industria 4.0

- Sensores
- Procesos de control avanzado
- Impresión 3D/Fabricación flexible
- Nanotecnología/Materiales avanzados
- Sistemas ciberfísicos



Fuente: Roland Berger

Figura 3.1 Ejemplo de ecosistema digital
Fuente: Roland Berger/Siemens (Figura 1, p. 11)

Logística 4.0

- Logística
- Vehículos autónomos

El ecosistema se sustenta en las **ciudades y edificios inteligentes** con la conectividad de las **redes eléctricas inteligentes**.

PALANCAS Y FACILITADORES DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL

En el estudio se definieron cuatro palancas de la transformación digital (Figura 3.2): información digital, automatización de los procesos, conectividad y acceso digital al cliente. Cada palanca ofrece unas propuestas y unas tecnologías facilitadoras.

El proceso de transformación digital de una empresa se concreta en los cuatro ejes o palancas antes citados.

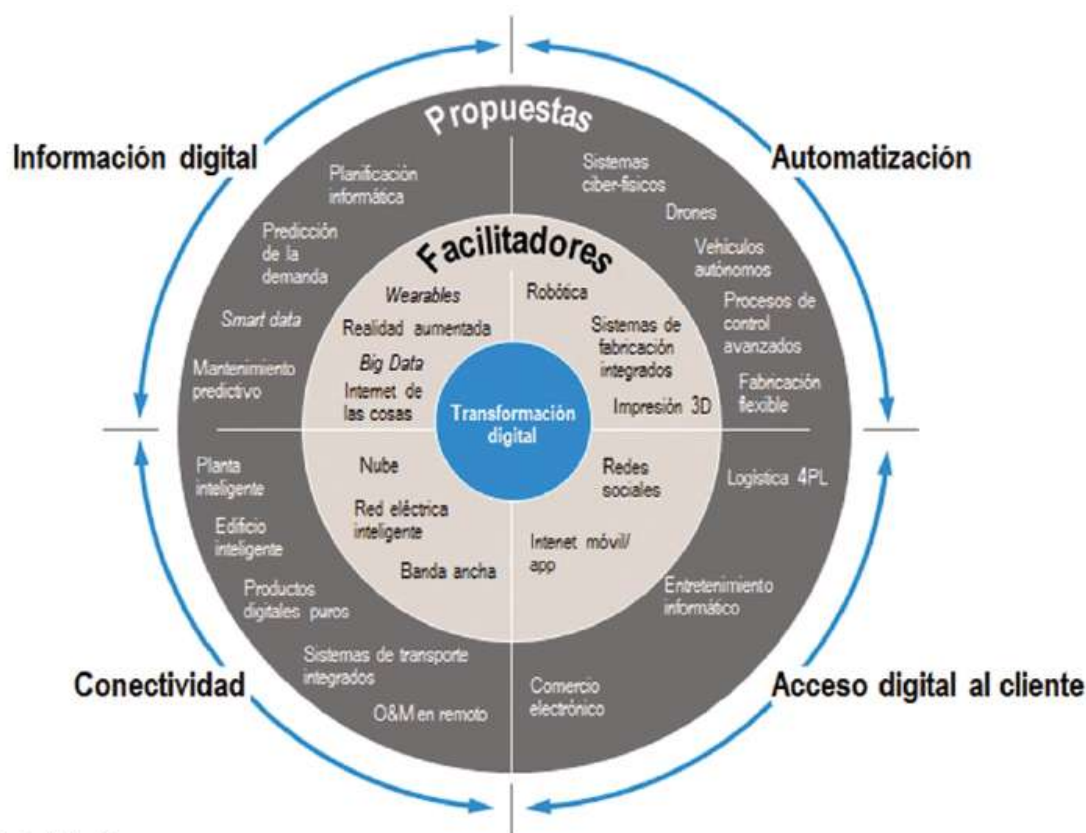
1. **Información digital:** «Disponibilidad de la información digital en la empresa en las etapas: captura, procesamiento y análisis de la información digital que permite mejorar las predicciones y toma de decisiones». Este pilar *implica acceso a todo tipo de información en*

forma instantánea, accesible y masiva que condiciona todo el proceso de toma de decisiones y que debe ser correctamente analizada para asegurar el éxito y adaptarse a las tendencias que condicionan el mercado. Medición constante de resultados».

2. **Automatización de procesos:** «La combinación de la tecnología tradicional y la inteligencia artificial genera sistemas que pueden trabajar en forma autónoma». La automatización de procesos en la organización de tareas y en los planes de negocio, permite ganar en autonomía y flexibilidad en el funcionamiento interno y ofrecer un servicio y un producto flexible, adaptado y escalable a nuestro entorno».
3. **Conectividad:** «Interconexión de toda la cadena de valor vía móvil o banda ancha, permite sincronizar cadenas logísticas, acortar plazos de entrega y ciclos de innovación. Conectividad en el ámbito interno de la empresa en donde todos sus miembros y procesos están conectados, lo que permite agilizar procesos y acortar plazos de entrega».
4. **Acceso digital al cliente:** «Internet móvil y alta velocidad [redes 4G y las futuras 5G] permite a nuevos intermediarios dirigirse a consumidores a los que pueden ofrecer transparencia total y muchos servicios». Al cliente se llega con una vista en la *omnicanalidad* (cualquier canal de comunicación existente) en que se ofrece un servicio que va mucho más allá de la venta de un producto y que también exige transparencia en la relación con el consumidor. **La experiencia de cliente** se ha convertido en una necesidad ineludible ya que el si el cliente cambia su forma de comprar, las empresas tendrán que cambiar la forma de vender y, sobre todo, retener a los clientes».

Como puede verse en la Figura 3.2, en el caso de la automatización las propuestas van desde los ya mencionados sistemas ciberfísicos, pasando por drones, vehículos autónomos, procesos de control avanzado y fabricación flexible; en síntesis, los principios de la fabricación inteligente y en el caso de la conectividad, se consideran las plantas y edificios inteligentes, junto con los productos digitales puros y los sistemas de transporte integrados y la O&M integrados. Las otras dos propuestas se centran en la optimización de la información digital y en el acceso digital al cliente, punto fuerte en todos los estudios que hemos analizado de transformación digital.

Por último, las tecnologías facilitadoras coinciden con todas las ya estudiadas en los dos primeros capítulos, aunque también hay que mencionar la red eléctrica inteligente y los sistemas de fabricación integrados, por el hecho diferenciador de la fabricación inteligente que tienen como soporte básico ambos sistemas.



Fuente: Roland Berger

Figura 3.2 Palancas propuestas y facilitadores de Transformación Digital.

Fuente: Roland Berger/Siemens

El estudio de Siemens cuestiona *¿por qué todavía no se ha concretado esa transformación digital?*, lo que plantea para el caso de la empresa española principalmente una cuestión de mentalidad que se sustenta en la **resistencia y el miedo al cambio** de muchas organizaciones, aunque también señala los **costos para afrontar la digitalización** de las estructuras, así como la **capacitación de los empleados** o la falta de un **producto o servicio adaptado** a las nuevas necesidades. La solución pasa por una colaboración estrecha entre empresa, organizaciones y administraciones en un proceso en el que necesariamente tienen que afrontar juntas.

I ESTUDIO DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LA EMPRESA (TERRITORIO CREATIVO & LSEE)

La empresa especializada en economía y marketing digital *Territorio Creativo* y *The London School of Economic Enterprise (LSEE)*, con el apoyo de las empresas Brandwatch e Informática, publicaron a finales de noviembre de 2015 un estudio

que realizaron acerca de la transformación digital⁸ en la empresa española, apoyándose en estudios y encuestas de 900 directivos de medianas y grandes empresas, el cual recoge la visión de estos directivos sobre el impacto de la digitalización en sus organizaciones. Este estudio se realizó también en Colombia y fue presentado en julio de 2016 enfocado hacia la empresa colombiana.

En el estudio se define transformación digital como: «un proceso de gestión que orienta la estrategia, la cultura, los procesos y las capacidades de una organización para canalizar la disrupción creada por el contexto digital».

El estudio destaca el impacto de las nuevas tecnologías (todas ellas ya consideradas en Industria 4.0) en el negocio, y las más relevantes de mayor impacto examinadas son: Business Analytics, Big Data, Movilidad, Omnicanalidad, herramientas colaborativas, Internet de las Cosas y tecnologías *wearables*, y las con menor impacto son tecnologías disruptivas como Computación Cognitiva, Robótica, Realidad Virtual, Impresión 3D.

Las tendencias más destacadas en el estudio resultaron ser:

- *Social Business Intelligence* (inteligencia de negocio social con el enfoque en las redes sociales).
- Metodología *Design Thinking* (facilita el diseño de procesos y experiencias).
- Innovación abierta para significar la apertura de procesos de innovación a actores y plataformas tecnológicas.
- Analítica de *Big Data*

Las recomendaciones a las empresas se agruparon en cuatro grandes categorías:

- Transformación digital
- Empresa digital
- Negocio digital
- Cliente digital

Los motores de la transformación digital según mostraron las estadísticas de los encuestados fueron:

- Experiencia de cliente (44%)
- Mejoras operacionales (30%)
- Cambio del modelo de negocio (25%)

LA CIBERSEGURIDAD EN LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL

La transformación digital de las organizaciones y empresas es hoy día y hacia el futuro, una necesidad imprescindible para no quedarse desconectadas de su propio sector. Como se constata en los diferentes capítulos de esta obra, y también en los numerosos informes y estudios consultados y publicados en estos últimos años y, en particular, en 2016, consideramos —como pronostica la consultora Gartner en un informe especial sobre seguridad⁹— que **«la transformación digital de las empresas debe estar dirigida por la ciberseguridad»**. La consultora predice que para 2020 el 60% de los negocios digitales sufrirán grandes fallas en sus servicios por culpa de la incapacidad de sus equipos de TI de gestionar el *riesgo digital*. La seguridad es un pilar fundamental de la transformación digital y, en una economía basada en datos, la ciberseguridad se ha convertido en una prioridad para las organizaciones que deben anticiparse a los riesgos digitales para evitar posibles ataques y pérdidas de información

La Comisión Europea puso en marcha una iniciativa de colaboración público-privada a principios de julio de 2016 (véase Capítulo 10) firmando un acuerdo de asociación público-privada con los actores e industrias del ámbito de la ciberseguridad para mejorar la capacidad de la Unión Europea (UE) de enfrentarse a los ciberataques. La UE se comprometió a invertir 450 millones de euros en el programa *Horizonte 2020* para contribuir al desarrollo del sector. Se ha creado expresamente para la puesta en marcha de la iniciativa, la Organización Europea de Ciberseguridad (ECSO) constituida por grandes empresas europeas del sector de la seguridad de la información, que aportará tres veces la cifra de la Comisión, de modo que se alcanzarán los 1800 millones de euros en 2020, fecha prevista del despliegue.

EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL

La transformación digital requiere de un proceso que puede resultar más o menos complejo en función de la empresa, su tamaño, su sector de influencia, sus líneas de negocio, etc. De igual forma, existen numerosos modelos de recomendación para la transformación digital de una empresa tradicional hacia un nuevo modelo de empresa digital. Hemos seleccionado dos métodos los cuales recomendamos a nuestros lectores: uno realizado por la prestigiosa revista *The Economist* y otro realizado por Delgado en su obra *Digitalízate*, comentada en varias ocasiones en el capítulo y a lo largo del libro, por considerarla muy práctica y eficiente, y basada en la experiencia de un profesional experto en digitalización de empresas, cuya obra está dirigida a directivos y emprendedores.

EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE *THE ECONOMIST/INTELLIGENCE UNIT*

*The Economist*¹⁰ ha publicado el informe especial *The path to self-disruption: Nine steps of a digital transformation journey*, realizado por su Unidad de Inteligencia (Intelligence Unit) y patrocinado por Hewlett-Packard Enterprise. En este informe se describe y recomienda una hoja de ruta y un cronograma para realizar el proceso de transformación digital válido para diferentes industrias, aunque considera que las pequeñas empresas tendrán que encontrar nuevos nichos de mercado, y las grandes empresas también deberán orientar sus rumbos y estrategias para conseguir dicha transformación digital. Al principio del estudio marca unas pautas generales a seguir: un plan de trabajo, un proyecto de ejecución y unos plazos a cumplir. También reconoce el informe que la nueva era digital está trayendo nuevas oportunidades, tales como son las ciudades inteligentes, el internet de las cosas o la banca digital.

El proceso de transformación digital propuesto por *The Economist* consta de tres fases y nueve etapas o pasos, tres en cada fase, con una hoja de ruta y un cronograma (*Transformation roadmap and timeline*). En la hoja de ruta aconseja ciertos puntos de partida y de llegada, así como el modo en el que se quiere llegar.

Transformation roadmap and timeline			
	Envision the end state	Determine where you are now	Define how you will get there
1. Design your own disruptive business	The end-game business model	Gap analysis and strength assessment	Determine the change vehicle
2. Architect the new technology	Optimal IT architecture	Legacy technology audit	IT architecture buildout
3. Secure the enterprise	Data security strategy	Transformation security	Building security into transformation
Accelerate the timeline	6-12 months		

Figura 3.3 Hoja de ruta y calendario de un proceso de transformación digital.

Fuente: *The Economist/ Intelligence Unit* (abril 2016).

FASE 1. Diseñar el propio negocio disruptivo

Etape 1. Crear el modelo de negocio final de la futura empresa bajo el cual se construirán las estructuras tecnológicas y de seguridad de los datos. El informe cita al padre del concepto de **disrupción**, Geoffrey Moure, quien en su obra *Crossing the Chasm* explica que: "cada década más o menos la empresa debe obtener una nueva línea de negocio que tenga un crecimiento excepcionalmente alto de ingresos", y eso significa disrupción en la empresa. Moure considera, sin

embargo, que el futuro modelo de negocio puede ser un cambio tan radical con respecto a la empresa, que el proceso de planificación puede no funcionar y por eso se recomienda comenzar por los propios activos digitales.

Etapas 2. Evaluar los activos y pasivos existentes frente al futuro modelo de negocio.

Etapas 3. Ejecución. Algunas empresas están recurriendo a las adquisiciones y asociaciones como un camino para el cambio final, en lugar de hacer sus propios desarrollos, mientras que otras realizan su proyecto de modo autónomo. Una combinación de ambos, utilizar un disruptor ya existente puede acelerar el tiempo de salida al mercado de la empresa, lo cual puede suponer una ventaja crítica en el sector digital.

FASE 2: Crear la arquitectura

La creación de las arquitecturas para el nuevo modelo de negocio, necesarias para una disrupción de la empresa.

Etapas 4. *Definición de una arquitectura de TI óptima.*

En esta etapa es necesario considerar la nube (*cloud computing*) y tomar la decisión de cuantas aplicaciones se han de llevar a ella. La empresa deberá tomar su decisión (nube pública, nube privada o nube híbrida) en función de sus necesidades empresariales y de seguridad.

Etapas 5. *Realizar una auditoría sobre la tecnología heredada* (legacy technology) —la existente en el momento— para evitar que el cambio pueda suponer un freno al proceso.

Etapas 6. *Construir una arquitectura de TI.* Se propone una “doble velocidad”:

- Tener presente las tecnologías que soportan sus listas de clientes, información de productos, etcétera.
- Y conjugarlas con las expectativas digitales de los clientes, que a su vez serán establecidas en gran medida por las empresas líderes multinacionales tales como Amazon, Facebook, Google, Netflix, Snapchat... y que esperan una interfaz digital idónea y eficiente.

FASE 3: Garantizar la seguridad y acelerar la disrupción

La estrategia de seguridad de los datos ha de ser una de las principales prioridades y preocupaciones. La transformación digital presenta riesgos durante el proceso, pero también es una oportunidad para mejorar los estándares generales de seguridad.

Etapas 7. *Diseñar una estrategia de seguridad de los datos.*

Se debe diseñar una estrategia de seguridad no sólo para el presente sino para los negocios del futuro ante el nivel previsto de amenazas; se requiere un nuevo grado de flexibilidad y escalabilidad en estrategias de seguridad.

Etapas 8. Mantener la seguridad durante la transformación.

Es un periodo de riesgo elevado y que se ha de tener presente en todo momento.

Etapas 9. La transformación como una oportunidad.

El método propone convertir la disrupción en una ventaja en la seguridad de los datos ya que proporciona una oportunidad para integrar los estándares de seguridad en la empresa. En la mayoría de las empresas tradicionales (heredadas, *legacy firms*) la seguridad consta de contraseñas, cortafuegos y software, y permanecen bajo el control de los profesionales de TI. Pero con las nuevas complejidades y sofisticación (recordemos el tema de la ciberseguridad), además de respetar los principios clásicos antes citados, y la frecuencia de los ataques, la seguridad necesita integrarse en la estructura global de la empresa y concientizar al equipo de dirección de su necesidad y cumplimiento.

ACELERAR EL CALENDARIO DE LA DISRUPCIÓN (TRANSFORMACIÓN DIGITAL)

The Economist considera claramente que no puede establecer un calendario para una nueva empresa digital, y cada empresa e industria deben adoptar su propio calendario. Sin embargo, sí hay una cosa que está muy clara: la agilidad de los nuevos disruptores (tecnologías disruptivas) y la potencial agilidad de sus competidores, significa que la transformación digital no puede considerarse como un negocio normal y tradicional, y por consiguiente, propone un periodo entre seis y doce meses como el plazo idóneo para establecer un proceso de transformación digital.

Conclusiones de The Economist

The Economist termina su informe con el recordatorio de que la tecnología facilita los nuevos negocios para llegar al mercado más rápido y del modo más económico que nunca, pero también advierte no sólo de esta oportunidad sino también de los riesgos que conlleva, ya que no es un proceso que suceda de la noche a la mañana (*But this kind of transition will not occur in an overnight big bang*).

Una empresa transformada digitalmente puede aumentar su velocidad de llegada al mercado, operar con menores costos y competir con ventajas sobre las empresas que no hayan todavía iniciado su proceso o incluso que lo hayan hecho, siempre que sean más innovadoras. El proceso de ser muy deliberado, modular, planeado y construido con un calendario eficaz (utiliza el término agresivo). Termina señalando que es la realidad de la auto-disrupción y señala el viaje de la transformación digital.

EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LA EMPRESA (MODELO DELGADO)

Alberto Delgado¹¹ en su obra *Digitalízate* (pp. 35-42), propone un proceso de transformación digital para impulsar la digitalización en las organizaciones. Se apoya en las teorías de Kotter en su libro *Leading Change*, que señala los pasos necesarios para impulsar un cambio y los adapta a las transformaciones que implica la digitalización de la empresa.

El proceso de Delgado de transformación digital de la empresa, consta de siete etapas o pasos, en cada uno de los cuales explica los conceptos fundamentales y las acciones a realizar:

1. **Concienciación.** *Creación de urgencia: conciencia sobre la importancia de la digitalización.* Destaca la importancia de crear sentido de urgencia en el comité de dirección.
2. **Coalición.** *Creación de una coalición para la transformación digital.* Propone una gran coalición para el cambio. La mejor recomendación es la de coaligarse para crear un grupo de trabajo (*task force*) que lidere el proceso.
3. **Visión.** Definición de la visión de la digitalización. Para impulsar un cambio duradero y sostenible es necesario que exista una clara visión inspiradora de lo que la organización quiere conseguir con esta transformación.
4. **Comunicación.** *Comunicación de la visión al comité de dirección y al resto de la organización.* Comunicar la visión en dos pasos: en primer lugar, se trata de extender la coalición detrás de la visión al comité de dirección y, a continuación, al resto de la organización.
5. **Plan.** *Asignación de recursos y calendario: el plan estratégico digital.* Una vez que tenemos la visión comunicada a la organización, se trata de definir iniciativas que se desplegarán en proyectos concretos y que supondrán esfuerzos e inversiones.
6. **Piloto.** *Pilotear iniciativas de retorno rápido.* Identificar proyectos y actuaciones que tengan un retorno rápido.
7. **Implantación.** *Monitorización de la implantación del plan.* Monitorizar la implantación de los proyectos que se incluyen en el plan, para evaluar su retorno. Comunicación periódica al Comité de Dirección y también comunicación corporativa.

FÁBRICA INTELIGENTE 4.0: LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LA INDUSTRIA 4.0

La tendencia Industria 4.0 como venimos analizando ha sido y será el soporte de la transformación digital de la industria, cualquiera que sea el sector al que pertenezca. La digitalización de las factorías convencionales y su conversión en factorías inteligentes es la espina dorsal del proceso de transformación. En este apartado hacemos una reflexión práctica sobre el cómo utilizar y sacar rendimiento para una correcta toma de decisiones de algunos de los pilares tecnológicos que hemos ido viendo en los capítulos anteriores y que nos sirva de introducción a las siguientes partes de esta obra.

La cuarta revolución industrial está llegando -lentamente en algunos casos y países- ya a la mayoría de las industrias y sectores tales como el motor, la automoción, el metal, la aeronáutica, naval, ferrocarril, agricultura, ganadería o la pesca. Las innovaciones y tendencias tecnológicas (los pilares de la 4RI) que hemos visto anteriormente y que ampliaremos en la parte II y parte III del libro, son ya una realidad y constituyen herramientas de trabajo de muchas compañías.

La transformación digital ha llegado a la fábrica inteligente del futuro; la mayoría de las innovaciones tecnológicas -incluidas las más disruptivas- hoy son herramientas de trabajo y constituyen el armazón de la fábrica inteligente 4.0. La transformación que se está produciendo en todos los sectores industriales gracias al uso de las tecnologías que, si bien no todas son nuevas, si es cierto que muchas veces se habían utilizado de forma aislada y no de forma integrada como comienza a ser un hecho en la industria 4.0.

La **transformación digital en la industria** compete hoy a todos los sectores industriales que están sometidos a la presión de adaptarse a los cambios tecnológicos y sociales con el objetivo de ser competitivos y no solo a las grandes multinacionales como Google, Facebook, Microsoft o IBM.

El **uso de sensores** en las máquinas y el análisis en tiempo real de los datos que generan permiten conocer los patrones habituales de funcionamiento y, a continuación, detectar cambios que señalan si una máquina requiere una reparación o predecir cuándo una máquina o una pieza va a fallar; es decir, planificar el mantenimiento.

Mediante **la simulación**, los fabricantes pueden usar datos reales de productos en el mercado y luego ejecutar simulaciones basadas en lo que sucedería si cambia un componente o un aspecto de diseño del producto o reproducciones del mundo real a un mundo virtual para realizar pruebas y optimizar la programación y desarrollo de las máquinas. Las técnicas de IA y Big Data permitirán deducir mediante las simulaciones las reacciones de los clientes ante estos cambios.

La simulación, el uso de sensores en las máquinas y el análisis en tiempo real de los datos, son hoy la base de lo que se denominarán los gemelos digitales (*digital twins*) y que si bien era un concepto antiguo ha sido a finales del año 2016 merced a la publicidad generada por Gartner con sus famosos informes de tendencias tecnológicas y la propaganda proporcionada por los grandes resultados en el sector industrial de la feria HANNOVER MESSE que los han puesto de moda y como un elemento clave en la composición de la fábrica inteligente (ver capítulos 9 y 15).

Todos los sectores industriales producen grandes cantidades de datos que se pueden utilizar para mejorar los procesos productivos y la venta de productos y servicios. Esta situación exigirá el conocimiento de técnicas de análisis de big data. El aprovechamiento de toda la información que se genera en el proceso de fabricación, expedición y venta de un producto

La **nube** se necesita para un escalado eficiente de los recursos de cómputo.

Las fábricas de automóviles, p. e. Citroën en la planta de Vigo en España, fue la primera de su grupo industrial en adoptar y probar los robots colaborativos cobots, así como la impresión 3D en procesos industriales de la fabricación de automóviles. Una impresora 3D es capaz de fabricar piezas en tres dimensiones lo que conlleva reducciones de costes, almacenaje y logística.

La sincronización de los flujos logísticos y el **uso de algoritmos** para optimizar las cadenas de suministro es otro gran avance. La automoción, el metal, la aeronáutica y la naval están impulsando el uso de simuladores para simplificar y reducir los costes de diseño y las pruebas de un nuevo producto desde un componente para un automóvil o un avión a un buque.

La Realidad Aumentada proporciona información en tiempo real a los trabajadores.

La ciberseguridad garantiza la protección de los sistemas industriales y las infraestructuras críticas.

La feria de HANNOVER MESSE 2017 ha propuesto un modelo de fábrica inteligente 4.0. Los ingredientes o componentes que constituyen la Factoría Inteligente 4.0 son: una mezcla de automatización innovadora, gemelos digitales, cobots e Inteligencia Artificial. Los distintos métodos en que se pueden combinar estas tecnologías en el proceso de fabricación constituirán el futuro científico de la fabricación industrial.

RESUMEN

La cuarta revolución industrial que trae la Industria 4.0 está acelerando los procesos de digitalización de organizaciones y empresas, y de la industria en sus

numerosos sectores. La digitalización requiere un proceso de ágil, rápido y eficiente de transformación digital.

La **transformación digital** (*DX*, *Digital Transformation*) está suponiendo un cambio profundo en la naturaleza de productos y servicios de las empresas tradicionales.

- Margaret Rouse¹² define la transformación digital como «la reinención de una organización a través de la utilización de la tecnología digital para mejorar la forma en que la organización se desempeña y sirve a quienes la constituyen. Digital se refiere al uso de las tecnologías que generan, almacenan y procesan datos».
- Otra definición acertada es: «La transformación digital es la oportunidad estratégica de incorporar nuevas tecnologías, pero sobre todo nuevas lógicas para que el negocio sea más eficiente y permita nuevas oportunidades» (Rocasalvatella, 2016)¹³.
- **¿Cuáles son las tecnologías facilitadoras de la transformación digital?** Los pilares fundamentales son: **Computación en la nube** (*Cloud Computing*), **Big Data**, **Internet de las Cosas** –y sus variantes *Internet de todas las cosas* e *Internet Industrial* de las Cosas– **Ciudades Inteligentes** (*Smart Cities*) y como espina dorsal de todo el sistema, la **Ciberseguridad** y el soporte de la **Inteligencia Artificial** y la **Robótica**.
- Tendencias de transformación digital. Se describen tres propuestas realizadas por *Forbes* (dos) y *Telefónica*.
- Una empresa digital (Delgado (2016)) es «la que usa intensamente las TIC para competir [...] Una empresa digital es aquella que realiza un esfuerzo consciente y sistemático para, gracias a las tecnologías de la información, ser más ágil, conocer y tener una mejor relación con sus clientes, reducir sus costos mediante la automatización extrema de sus procesos, incorporar tecnología a sus productos o servicios o facilitar la colaboración digital de sus empleados».
- La transformación digital en la industria y en la empresa. Se estudian dos modelos: *España 4.0: la transformación digital de la empresa* de Roland Berger/Siemens y el *I Informe de I Estudio de Transformación Digital de la Empresa* (Territorio Creativo & LSEE).
- La transformación digital requiere de un proceso que puede ser más o menos complejo en función de la empresa, su tamaño, su sector de influencia, sus líneas de negocio, etcétera.
- De igual forma, existen numerosos modelos de recomendación para la transformación digital de una empresa tradicional a un nuevo modelo de empresa digital. Hemos seleccionado dos métodos que

recomendamos a nuestros lectores: uno realizado por la prestigiosa revista **The Economist** y otro realizado por **Delgado** en su obra *Digitalízate*, por considerarlo muy práctico y eficiente, y basado en la experiencia de un profesional experto en digitalización de empresas, cuya obra está dirigida a directivos y emprendedores.

BIBLIOGRAFÍA

- **ALCAIDE, Juan Carlos y HERNÁNDEZ, Raúl** (2016). *Experiencia de cliente. Cómo diferenciarse en la era digital*. Madrid: Colección Transformación Digital. Madrid: The Valley Digital School.
- **DELGADO, Alberto** (2016). *Digitalízate. Como digitalizar tu empresa*. Barcelona: Libros de Cabecera.
- **FORBES Insights** (2015). *Data elevates the customer experience*. http://www.sas.com/content/dam/SAS/en_us/doc/whitepaper2/forbes-data-elevates-customer-experience-108235.pdf
- **HERNÁNDEZ, Jesús** (2017). *Mobile Marketing. Estrategia y transformación digital*. Madrid: Editorial Publixd.
- **LOMBARDERO, Luis** (2015). *Trabajar en la era digital. Tecnología y competencias para la transformación digital*. Madrid: LID Editorial.
- **MORENO, Juan Luis** (2017). *La transformación digital de los negocios*. Colección Transformación Digital. Madrid: The Valley Digital School.
- **ROLAND BERGER/SIEMENS** (2016). *España 4.0: El reto de la transformación digital de la empresa*. Madrid: Roland Berger, 2016. https://w5.siemens.com/spain/web/es/estudioidigitalizacion/Documents/Estudio_Digitalizacion_Espana40_Siemens.pdf
- **VILLASECA, David** (2016). *Digitaliza tu negocio*. Madrid: ESIC.

NOTAS:

¹ Margaret Rouse.

www.searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Transformacion-digital

² Roca Salvatella. www.rocasalvatella.com/acompanamos-la-transformacion-digital-de-los-negocios

³<http://www.flat101.es/servicios/transformacion-digital/>

⁴Luis Lombardero. *Trabajar en la era digital. Tecnología y competencias para la transformación digital*. Madrid: LID Editorial, 2015, p. 135.

⁵Gil Press. «6 Predictions About The Future Of Digital Transformation». *Forbes* (edición USA), 6 de diciembre, 2015.

<http://www.forbes.com/sites/gilpress/2015/12/06/6-predictions-about-the-future-of-digital-transformation/3/#40823e046279>.

⁶Daniel Newman, «Top 10 Trends For Digital Transformation In 2017», *Forbes*, 30 de agosto, 2016.

<http://www.forbes.com/sites/danielnewman/2016/08/30/top-10-trends-for-digital-transformation-in-2017/#251e13d36567>

⁷Roland Berger/Siemens. *España 4.0: El reto de la transformación digital de la empresa*, 2016.

⁸Territorio Creativo y The London School of Economic Enterprise (LSEE), 2015. *Estudio de Transformación Digital de la Empresa*.

www.territoriocreativo.es/tcresearch

⁹<http://cso.computerworld.es/seguridad-en-cifras/el-60-de-las-empresas-sufrira-grandes-fallos-en-sus-servicios-en-2020>

¹⁰El informe fue publicado en abril de 2016 por la Unidad de Inteligencia (Intelligence Unit) de *The Economist* con el patrocinio de Hewlett-Packard Enterprise. [en línea]

<http://businessvalueexchange.com/wp-content/uploads/2016/02/EIU-HPE-Disruption-Article-FINAL-2-23-16-1.pdf>. La revista CIO, edición española publicó un artículo sobre el citado informe que también hemos utilizado como referencia y cuyo autor es Toñi Herrero y cuyo título es: *Transformación digital: cómo sobrevivir y prosperar*. [en línea] <http://www.ciospain.es/industria-y-utilities/transformacion-digital-como-sobrevivir-y-prosperar>

¹¹Alberto Delgado, *Digitalízate* (pp. 35-42). Dedicar todo el capítulo 3 a proponer su modelo de proceso de transformación digital de la empresa. Además de describir su modelo de proceso y sus siete pasos para llevar a efecto dicha transformación digital, Delgado proporciona un excelente conjunto de consejos prácticos de: «cómo preparo a mi empresa para ser digital».

¹²Margaret Rouse.

www.searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Transformacion-digital

¹³Roca Salvatella. www.rocasalvatella.com/acompanamos-la-transformacion-digital-de-los-negocios

CAPÍTULO 4

LA NUBE (*CLOUD COMPUTING*)

La nube es el modelo de computación que han adoptado gran número de empresas en todo el mundo y que la consultora multinacional Forrester considera está entrando en la segunda ola, dado que la primera ola que se lanzó con el servicio AWS de Amazon (Amazon Web Services) hace 10 años¹, generó a finales de 2016 un ingreso de unos 11.000 millones de dólares. Forrester considera que 2016 fue el año de la consolidación de la nube y la llegada de 2017 presagia que cada día con mayor fuerza la mayoría de los datos empresariales irán migrando a la nube.

Según el estudio de Forrester “Tendencias cloud para 2017”², la primera tendencia propuesta es: *“la nube será el eje central de la transformación digital de las empresas”*. Forrester destaca que: «Las empresas buscan incrementar su productividad, reducir costos, facilitar la movilidad de los empleados y equipos de venta, relacionarse mejor con sus clientes e innovar en los negocios. Las compañías pueden trasladar el core de su negocio a la nube, beneficiándose de las ventajas en seguridad, eficiencia, movilidad y escalabilidad de las soluciones cloud».

En el capítulo estudiaremos el nacimiento y evolución de *cloud computing*, sus características principales y los diferentes modelos de despliegue y servicios de la nube. Se verá también los criterios para migración a la nube por parte de organizaciones y empresas, junto con los retos y oportunidades que todavía supone hoy la migración a la nube, en caso de que su empresa aún no haya dado

este salto, lo cual es muy raro en la actualidad. También se comentarán los criterios más empleados a la hora de efectuar la contratación con un proveedor global o local de la nube, así como los proveedores más reconocidos en el sector de la nube.

ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE *CLOUD COMPUTING*

Cloud computing (computación en la nube, o simplemente *la nube*) ha sido la evolución natural de la adopción generalizada de la virtualización, la arquitectura orientada a servicios, la computación de utilidad (*utility computing*) y la expansión de los centros de datos, fundamentalmente. El origen histórico se remonta a 1961, cuando en una conferencia de John McCarty —padre de la Inteligencia Artificial— en el MIT de los Estados Unidos, se enunció por primera vez el término *time sharing*: tecnología de tiempo compartido.

Desde una perspectiva práctica y de negocios, el año de 1999 se puede considerar el punto de partida de lo que hoy conocemos como la nube debido a la empresa Salesforce.com, que comenzó a entregar aplicaciones empresariales a través de una simple página Web. Acuñó el término de *software bajo demanda* que posteriormente se transformó en el término de *software como servicio*. En 2002, Amazon fue el siguiente eslabón de la cadena lanzando el servicio Amazon Web Services. En 2006, Google presentó Google Docs, el primer programa de ofimática que venía a competir con el programa Office de Microsoft, y que realmente fue quien llevó el concepto de *cloud computing* a los usuarios y al gran público, al mostrarles que era posible ejecutar aplicaciones ofimáticas sin necesidad de instalar el programa en su computadora personal, y bastaba con ir al sitio Web de la aplicación, descargarse la aplicación y ejecutarla a continuación, siempre que se quisiera trabajar con la citada aplicación. En 2006, Amazon presentó Elastic Compute Cloud (EC2), un servicio comercial que permitió a las empresas pequeñas y usuarios, alquilar equipos en los que se podían ejecutar sus propias aplicaciones informáticas. En 2007, IBM, Google y varias universidades de los Estados Unidos comenzaron a trabajar en soluciones de provisión de servicios alojados en sus “nubes” de servidores.

La nube (Joyanes, 2009: 96) empezó a llegar al gran público cuando las grandes cabeceras de revistas económicas mundiales comenzaron a publicar artículos e informes (dosieres) sobre *cloud computing*, centros de datos (almacenamiento de datos) y virtualización. Dos de estas revistas fueron *Business Week* (4 de agosto de 2008) y *The Economist* (25 de octubre de 2008), que ya preveían, en 2008, el pronto advenimiento de esta arquitectura, y dedicaron sendos suplementos a analizar con detalle y profusamente el fenómeno de la computación en nube y su impacto en las corporaciones y empresas. Y en 2010, *The Economist* volvió a insistir en el impacto de la nube, mientras que *Forbes*, otra prestigiosa revista económica de los Estados Unidos,

se hizo eco también en un número especial dedicado al *cloud computing*, sin contar naturalmente el sinfín de publicaciones económicas, generalistas, tecnológicas de Europa, América del Norte, Asia, América Latina y el Caribe, que continuamente publican noticias de este nuevo paradigma.

El movimiento a la computación en nube es el cambio disruptivo al que los departamentos de TI (Tecnologías de la Información) han de enfrentarse, y que comenzará a tener efectos muy positivos en las empresas modernas. Los directivos de TI deben considerar el modo de adquirir y distribuir información en este entorno de compartición, aunque protegiendo los intereses de la compañía. Las empresas innovadoras deben tomar ventaja de estos nuevos recursos y reinventarse en sus mercados. Aquellas que no tomen ventaja de esta evolución pueden quedar rápidamente desactualizadas, y tal vez fuera del negocio.

Cloud computing no solo es una frase de moda (un *buzzword*), es un término que representa un nuevo modelo de informática, y que muchos analistas consideran puede ser tan relevante como la propia Web y un sinónimo de ella. La nube es la evolución de un conjunto de tecnologías que afectan al enfoque de las organizaciones y empresas en la construcción de sus infraestructuras de TI. Al igual que ha ido sucediendo con la evolución de la Web, la computación en nube no incorpora nuevas tecnologías, sino que se han unido tecnologías potentes e innovadoras ya existentes para construir este nuevo modelo y arquitectura de computación. Estas tecnologías que han configurado la nube son variadas, aunque las más notables son: virtualización, almacenamiento en los centros de datos y las redes de comunicación de banda ancha fija y móvil.

La nube puede ser infraestructura, plataforma o software; es decir, puede ser una aplicación a la que se accede a través del escritorio y se ejecuta inmediatamente tras su descarga, o bien un servidor al que se invocará cuando se necesite. En la nube no se instala nada en su escritorio y no se paga por tecnología cuando no se utiliza, solo se paga (o puede ser gratuita) cuando se utiliza o se ejecuta la aplicación. En la práctica, la computación en nube proporciona un servicio de *software* o *hardware*. Un ejemplo práctico es el caso de los usuarios que se conectan a Internet desde una computadora personal, un teléfono móvil inteligente o una tableta, y utilizan diferentes servicios como su correo, Gmail, ver un mapa digital en Google Maps, escribir un documento en Google Docs, consultar sus archivos, canciones o fotografías en Dropbox, One Drive, Spotify, Netflix o la plataforma iCloud de Apple. Todos estos servicios están basados en la nube. Otra característica común es el pago por uso y solamente mientras se utiliza el servicio correspondiente.

La computación en la nube ha sido posible gracias a tecnologías de virtualización, los modernos centros de datos con millares de servidores, las tecnologías de banda ancha y de gran velocidad de transferencia de datos para poder realizar las conexiones entre computadoras a cifras nunca vistas, la proliferación de dispositivos de todo tipo con acceso a Internet, desde PC de escritorio (*desktop*) hasta *netbooks*, *laptops*, teléfonos inteligentes, tabletas

electrónicas como iPad, libros electrónicos con los lectores de libros electrónicos (eReaders), las modernas tecnologías de televisión *Smart TV*, videoconsolas y naturalmente todas las tecnologías de la Web 2.0 y la Web Semántica que han traído la proliferación y asentamiento de los *social media* (medios sociales) en forma de blogs, *wikis*, redes sociales, *podcast*, *mashups*, y que han facilitado la colaboración, participación e interacción de los usuarios individuales y de las organizaciones y empresas, en un ejercicio universal de la inteligencia colectiva de los cientos de millones que se conectan a diario a la Web.

DEFINICIÓN DE LA NUBE

No existe una definición estándar aceptada universalmente, aunque es la del Instituto NIST de los Estados Unidos la más referenciada. El NIST ha definido la computación en nube (*cloud computing*) como:

Un modelo que permite el acceso ubicuo, adaptado y bajo demanda en red a un conjunto compartido de recursos de computación configurables (por ejemplo: redes, servidores, equipos de almacenamiento, aplicaciones y servicios) que pueden ser rápidamente suministrados y ofrecidos al usuario con un esfuerzo de gestión y una interacción con el proveedor del servicio mínimos.

Otra definición complementaria es la aportada por el RAD Lab de la Universidad de Berkeley:

Cloud computing se refiere tanto a las aplicaciones entregadas como servicio a través de Internet como el hardware y el software de los centros de datos que proporcionan estos servicios; los servicios anteriores han sido conocidos durante mucho tiempo como software como servicio (SaaS) mientras que el hardware y software del centro de datos es a lo que se llama la nube.

Desde un punto de vista simple y práctico, la computación en la nube consiste en el almacenamiento, procesamiento y la distribución de datos, aplicaciones y servicios para usuarios, individuales y organizaciones.

La nube en sí misma es un conjunto de *hardware* y *software*, almacenamiento, servicios e interfaces que facilitan la entrada de la información como un servicio. Los servicios de la nube incluyen el *software*, infraestructura y almacenamiento en Internet, bien como componentes independientes o como una plataforma completa, basada en la demanda del usuario. El mundo de la nube tiene un gran número de actores o participantes. Los grupos de intereses del mundo de la computación en nube son: los vendedores o proveedores, que proporcionan las aplicaciones y facilitan las tecnologías, infraestructuras, plataformas y la información correspondiente; los socios de los proveedores, que crean servicios para la nube ofreciendo y soportando servicios a los clientes; los líderes de

negocios, que evalúan los servicios de la nube con el objetivo de contratarlos e implantarlos en sus organizaciones y empresas; los usuarios finales, que utilizan los servicios de la nube ya sea de modo gratuito o con una tarifa de pago.

Los servicios de la nube deben ser multicompartidos (*multitenancy*), es decir, empresas diferentes comparten los mismos recursos fundamentales. Por esta razón las empresas comienzan a encontrar nuevos valores en los servicios de la nube, facilitando la eliminación de las complejas restricciones que supone el entorno informático tradicional que incluye espacio, tiempo, energía y costos.

El NIST, antes de definir *cloud computing*, advertía en sus documentos originales de 2009, que todavía era un paradigma en evolución y que las definiciones, atributos y características evolucionarían y cambiarían con el tiempo; así ha sucedido, y en sus primeras publicaciones de 2012 y 2013 así lo hace constar, así como en las sucesivas. Asimismo, señala que la industria de *cloud computing* representa un gran ecosistema de muchos modelos, vendedores y nichos de mercado. La definición trata de abarcar todos los diferentes enfoques de la nube (*cloud*) y con ligeras actualizaciones se ha mantenido casi idéntica a la definición primitiva.

Numerosas y diversas son las fuentes que hablan sobre las ventajas y debilidades de la nube. Es importante, sin embargo, tener presente que el término *cloud computing* abarca una variedad de sistemas y tecnologías, así como modelos de despliegue y servicios y también modelos de negocios.

La definición de nube del NIST se refiere a *cloud computing* como una colección de recursos de computación en red, a los que pueden acceder los clientes de la nube (*consumidores de la nube*) mediante una red. En términos generales, un sistema de nube y sus consumidores utilizan el conocido modelo cliente-servidor en el que los consumidores (*los clientes*) envían mensajes a través de la Red a los computadores servidores, los cuales ejecutan el trabajo especificado en respuesta a los mensajes recibidos.

El NIST es una Agencia federal del Departamento de Comercio de los Estados Unidos. Dentro del NIST, el Computer Security Resource Center (CSRC) y su Information Technology Laboratory se encargan de los estándares de las Tecnologías de la Información, y en concreto de cloud computing. La definición de cloud computing está disponible en: http://csrc.nist.gov/publications/drafts/800-145/Draft-SP-800-145_cloud-definition.pdf. En su publicación de especificaciones de la nube de mayo de 2012, Cloud Computing Synopsi and Recommendations, ya considera a cloud como una plataforma establecida y necesaria para las organizaciones.

La figura 4.1 proporciona una vista de la nube y de sus clientes. Los recursos de la computación en la nube son grandes conjuntos de sistemas de computadores a los cuales acceden los clientes mediante conexiones de red. Los clientes pueden llegar a la nube, navegar por ella, utilizando sus servicios, y salir de allí.

La nube, a su vez, tiene un conjunto de recursos de hardware que administra para maximizar los servicios ofrecidos, minimizando sus costos. El proveedor de la nube incorpora nuevos componentes de hardware a medida que la escalabilidad o las actualizaciones lo requieren y va retirando aquellos componentes que fallan o quedan obsoletos. De este modo, los clientes pueden hacer uso de los sistemas de *hardware* más actuales, fiables y seguros, así como de las aplicaciones de software más demandadas, y con el menor costo posible, sin más requisitos que contratar el servicio correspondiente (y que posteriormente veremos), *hardware* o *software*, al igual que contrata la luz, el teléfono o el agua en sus instalaciones, en el caso de una organización, o en su domicilio en el caso de un cliente particular.

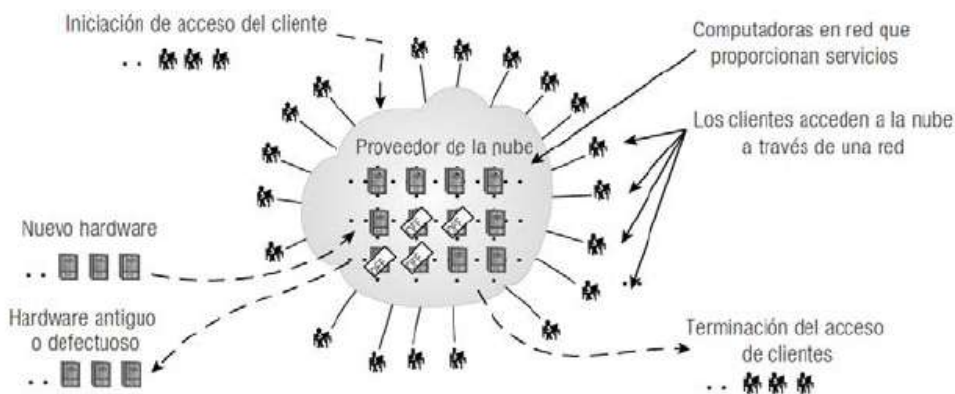


Figura 4.1 Vista general de una nube y de sus consumidores

Fuente: NIST (adaptada)

El modelo de la computación en la nube constituye un ahorro considerable de costos que se une a una mayor agilidad en el ámbito de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). En el 2017 la mayoría de organizaciones y empresas han adoptado el modelo de la nube y han migrado a ella, en mayor o menor medida, aunque es necesario tener presente no sólo los retos y oportunidades que supone, sino también los problemas que conlleva su adopción y que será preciso asumir y estar preparados para ello.

CARACTERÍSTICAS DE *CLOUD COMPUTING*

Cloud computing es un modelo de pago por uso que facilita un acceso bajo demanda a la Red, disponible y adecuado a un *pool* de recursos configurables de computación (por ejemplo: redes, servidores, almacenamiento, aplicaciones, servicios), que puede proporcionarse rápidamente y lanzarse (revisarse) en un esfuerzo de gestión mínima o interacción con el proveedor de servicios. El modelo

de la nube, según NIST, se compone de *cinco características esenciales*, tres modelos de servicio y cuatro modelos de despliegue.

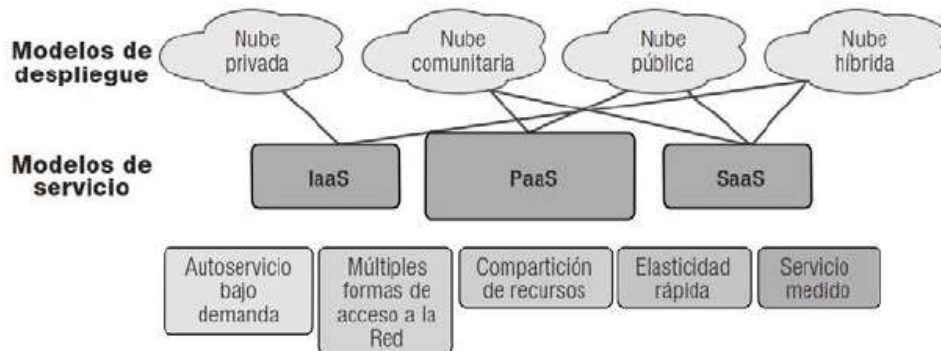


Figura 4.2 Modelo de cloud computing según el NIST con características fundamentales.

La figura 4.2 muestra el marco de trabajo completo de la definición del NIST con indicación de las diferentes categorías de modelos (servicio y despliegue), sus características fundamentales (“autoservicio bajo demanda”, “múltiples formas de acceso a la Red”, “compartición de recursos”, “elasticidad rápida”, “medición del servicio”).

1. **Autoservicio bajo demanda.** El usuario puede acceder a capacidades de computación en la nube de manera automática a medida que las vaya requiriendo, sin necesidad de una interacción humana con su proveedor o sus proveedores de servicios de la nube, con servicios tales como tiempo de servidor y almacenamiento en red.
2. **Múltiples formas de acceso amplio a la Red.** Los recursos son accesibles a través de la Red y por medio de mecanismos estándar que son utilizados por una amplia variedad de dispositivos de usuario (por ejemplo: teléfonos móviles inteligentes, *laptops*, *ultrabooks*, tabletas, PC de escritorio, estaciones de trabajo, aparatos de televisión con *Smart TV*, videoconsolas). Esta característica también se conoce como *acceso ubicuo* a la Red.
3. **Recursos compartidos.** Los recursos de computación del proveedor se agrupan para servir a múltiples consumidores (almacenamiento, memoria, ancho de banda, capacidad de procesamiento, máquinas virtuales) y son compartidos por múltiples usuarios a los que se van asignando capacidades en forma dinámica según sus peticiones. Existe una independencia de la posición de modo que el cliente generalmente no tiene control ni conocimiento sobre la posición exacta de los recursos proporcionados, pero puede ser capaz de especificar la posición a un alto nivel de abstracción (país, estado o centro de datos). Ejemplos de recursos incluyen: almacenamiento, procesamiento, memoria y ancho de banda de red.

- 4. **Elasticidad rápida.** Los recursos se proveen y liberan elásticamente, muchas veces de manera automática, lo que da al usuario la impresión de que los recursos a su alcance son ilimitados y están siempre disponibles en tiempo y cantidad. Esta propiedad permite la ampliación o extensión, en cantidad y calidad, de los servicios a medida que sean necesarios por el cliente, con la garantía del proveedor de realizar la ampliación de un modo rápido. Los usuarios no están supeditados por sus inversiones en TI, sino que pueden utilizar exactamente aquellas que necesitan.
- 5. **Medición del servicio.** Las empresas proveedoras de la nube pueden suministrar y controlar los servicios con eficacia a través de mediciones basadas en uno o más servicios específicos, como pueden ser la cantidad de datos almacenados, el ancho de banda o la cantidad y potencia del procesamiento utilizados. El proveedor es capaz de medir, a determinado nivel, el servicio efectivamente entregado a cada usuario; así, tanto proveedor como usuario tienen acceso transparente al consumo real de los recursos, lo que posibilita el pago por el uso efectivo de los servicios.

El NIST considera otras características comunes a todos los modelos de nubes (Figura 4.3):

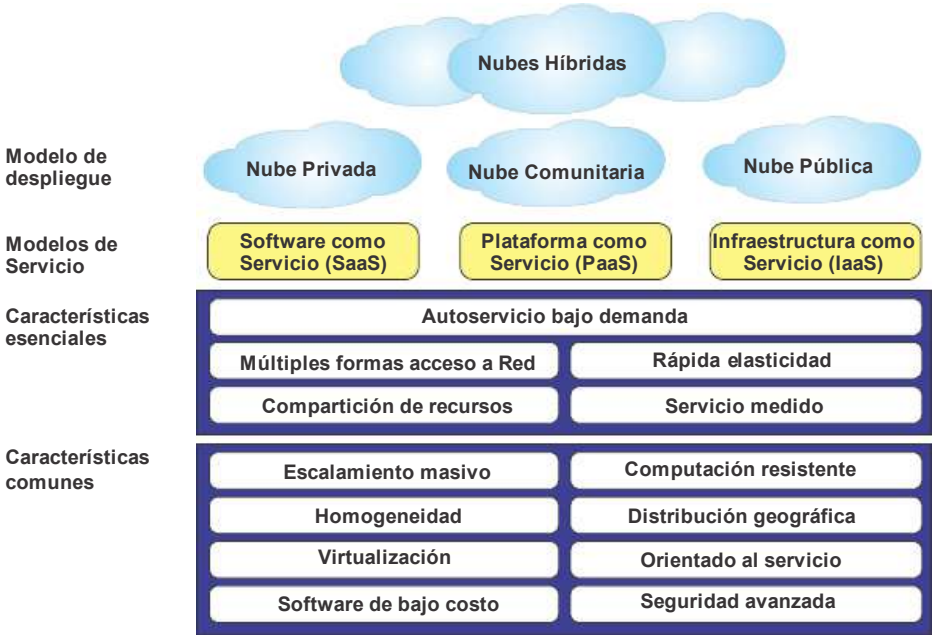


Figura 4.3 Modelo de cloud computing según el NIST con características fundamentales y comunes. Fuente: NIST 2011.

Además de estas características fundamentales y las comunes del NIST, vamos a considerar otras complementarias que añaden ventajas adicionales (Sosinsky, 2011).

- **Costos más bajos.** Se producen considerables reducciones de costos cuando se comparan con los altos grados de efectividad y de buena utilización que producen los modelos y herramientas de la nube con otros productos similares del mercado.
- **Facilidad de utilización.** Dependiendo del tipo de servicio que contrate, normalmente no se requerirán licencias de *hardware* ni de *software* para implementar el servicio. Por otra parte, los productos se ofrecen, cada vez más, adaptados al usuario normal, requiriendo a lo sumo pequeños cursos de formación.
- **Calidad de servicio (QoS).** La calidad del servicio se obtiene, por lo general, mediante contrato con su proveedor.
- **Fiabilidad.** La potencia y escalamiento de las redes de computación de los proveedores garantiza la fiabilidad de los servicios ofertados, en la mayoría de los casos, con un nivel de fiabilidad tan alto o más que los proveedores clásicos más respetados (que por otra parte están migrando sus servicios también a la nube, como es el caso de Oracle, SAP, IBM).
- **Administración externalizada de TI.** Un despliegue de *cloud computing* permite la gestión de la infraestructura de computación mientras se gestionan, en paralelo, sus negocios. En la mayoría de los casos este modelo de externalización (*outsourcing*) de TI consigue considerables reducciones de costos tanto de equipos como de recursos humanos.
- **Simplificación de la actualización y mantenimiento.** Dado que el sistema es centralizado (aunque técnicamente actúa como descentralizado y distribuido), se pueden aplicar fácilmente parches y actualizaciones de software (*upgrades*).
- **Facilidad para superar barreras.** La nube rompe *barreras físicas y virtuales*, de modo que es ideal para jóvenes emprendedores y empresas *start-up*, además de grandes empresas, por la facilidad de uso para su adaptación tecnológica.

MODELOS DE LA NUBE (*CLOUD*)

El NIST y la mayoría de usuarios y proveedores de la nube clasifican la computación en nube en dos conjuntos distintos de modelos (Figura 4.3):

Modelos de despliegue. Son las diferentes maneras de hacer uso de los sistemas de nubes. Estos modelos se refieren a la posición (localización) y administración (gestión) de la infraestructura de la nube (pública, privada, comunitaria, híbrida).

Modelos de servicio. Se refieren a los tipos específicos de modelos de servicios de nube a los que se puede acceder según la infraestructura, la plataforma y el servicio que se utiliza.

MODELOS DE SERVICIO

Las tecnologías *cloud computing* ofrecen tres modelos de servicio que se ofertan a los clientes y usuarios de la nube (organizaciones, empresas y usuarios), son: **SaaS** (*Software as a Service*, software como servicio), **PaaS** (*Platform as a Service*, plataforma como servicio) e **IaaS** (*Infrastructure as a Service*, infraestructura como servicio). Cada modelo ofrece al cliente unos niveles diferentes de control y no son estancos entre sí, sino que se puede elegir uno o más modelos en función de las necesidades de la empresa, tales como el almacenamiento de los datos, la plataforma para desarrollo de software o el software a utilizar según se requiera.

- **Software como servicio (SaaS).** Al usuario se le ofrece la capacidad de que las aplicaciones que su proveedor le suministra corran en una infraestructura de la nube, siendo dichas aplicaciones accesibles a través de una interfaz del cliente tal como un navegador Web (correo electrónico Web, Gmail, Microsoft, IBM...) o una interfaz de programa. El usuario carece de cualquier control sobre la infraestructura de la nube, como servidores, sistemas operativos, almacenamiento, incluso sobre las propias aplicaciones, excepto por las posibles configuraciones de usuario o personalizaciones que se le permitan realizar. Así, en vez de comprar software, un cliente puede alquilar el uso de un software de tratamiento de texto o un servicio de correo electrónico por una tarifa fija mensual o anual, o pagando sólo el uso que haga del servicio.

Para acceder al software, el cliente tiene que iniciar sesión con el servicio del proveedor de la nube. El éxito de este modelo depende de la calidad del software ofrecido, la fiabilidad del proveedor y la relación precio/calidad como cualquier otro servicio que contrata para la compañía.

- **Plataforma como servicio (PaaS).** Al usuario se le permite desplegar aplicaciones propias (ya sean adquiridas o desarrolladas por el propio usuario) creadas con lenguajes y herramientas de programación soportadas por el proveedor. El consumidor no administra ni controla la infraestructura de la nube —incluyendo redes, servidores, sistemas operativos ni almacenamiento— cuya gestión depende del proveedor del servicio, que es quien ofrece la plataforma

de desarrollo y las herramientas de programación. El usuario es quien mantiene control sobre las aplicaciones desplegadas, aunque no de toda la infraestructura subyacente.

- **Infraestructura como servicio (IaaS).** El proveedor ofrece al usuario recursos como capacidad de procesamiento, de almacenamiento, comunicaciones y otros recursos de computación, y así el consumidor es capaz de desplegar y ejecutar *software* específico que puede incluir sistemas operativos y aplicaciones. El consumidor no administra ni controla la infraestructura fundamental de la nube, pero tiene control sobre ciertos componentes de la red, sistemas operativos, almacenamiento, aplicaciones desplegadas u otros como los cortafuegos de los hospedajes (*host firewalls*). Es un modelo muy útil cuando se necesita elasticidad y tener capacidad para expandir y contraer con rapidez los recursos necesarios, dependiendo del uso, como puede ser la capacidad de almacenamiento o las aplicaciones de gestión empresarial, tales como CRM, ERP o las redes sociales.

Consideraciones prácticas

Una nube puede proporcionar, en el modelo SaaS, acceso a aplicaciones de software tales como correo electrónico, almacenamiento, herramientas de productividad para el trabajo diario en la oficina (Salesforce, Google Docs, Office 365, Zoho); asimismo, puede ofrecer una plataforma o un entorno de desarrollo de software para que cada cliente pueda diseñar sus propias aplicaciones con el modelo PaaS; o, por último, puede dar acceso a recursos de computación clásicos como potencia de procesamiento, almacenamiento o redes con el modelo IaaS. Los diferentes modelos de servicio tienen distintas características y son adecuados para diversos objetivos de negocio y estrategias de los clientes.

En la tabla 4.1 se presentan los tres modelos de servicios de despliegue de la nube (aceptados por el NIST, *Cloud Security Alliance* y la mayoría de organizaciones internacionales y proveedores de la nube) con una breve descripción de ellos.

Tabla 4.1. Modelos de servicio de la nube

Servicio	Descripción	Proveedores
SaaS	Modelo de software como servicio donde las aplicaciones se descargan de	Google Apps Zoho Salesforce.com

	la nube y se ejecutan directamente a cambio de una cuota que puede ser una cantidad determinada, o de manera gratuita.	Dropbox Evernote Office 365 OneDrive iCloud Dynamic CRM de Microsoft
PaaS	Plataforma como servicio. Plataforma de aplicaciones que proporciona a los desarrolladores un despliegue rápido.	Google App Engine Salesforce.com Microsoft Azure IBM
IaaS	Infraestructura como servicio. Infraestructura compartida, como redes, servidores y almacenamiento.	Amazon AWS Dell Arsys Strato Amazon Cloud Drive Google Drive Rackspace

MODELOS DE DESPLIEGUE

Según el NIST existen cuatro posibles formas de desplegar y operar en una infraestructura de *cloud computing*.

- **Nube privada.** La infraestructura de la nube provee en forma exclusiva a una única organización, comprendiendo múltiples consumidores. Los servicios de la nube no se ofrecen al público.
- **Nube pública.** La infraestructura es operada por un proveedor que ofrece servicios al público en general. Puede ser administrada, operada y de propiedad de una organización académica, empresa o gobierno, o alguna combinación de ellas. Existe en la propia infraestructura (*on premise*) del proveedor de la nube.
- **Nube híbrida.** La infraestructura de la nube es una combinación de dos o más nubes individuales que pueden ser a su vez propias, comunitarias o públicas; permanecen como entidades únicas, pero permiten portar datos o aplicaciones entre ellas.
- **Nube comunitaria.** Una nube comunitaria (*community*) es aquella que ha sido organizada para servir a una función o propósito común de una comunidad de consumidores. Puede ser para una organización o varias, pero que comparten objetivos comunes como misión, políticas, seguridad, necesidades de cumplimiento regulatorios (*compliances*). Una nube comunitaria o de comunidad puede ser administrada por la

organización u organizaciones constituyentes, o bien por terceras partes. Este modelo sólo suele ser recogido por el NIST; la mayoría de organizaciones y asociaciones relacionadas con la nube dividen los modelos de despliegue en tres: *pública*, *privada* e *híbrida*.

Consideraciones prácticas

Un sistema de *cloud computing* puede: ser desplegado privadamente o alojado en las instalaciones del cliente de la nube; ser compartido entre un número limitado de socios; ser alojado por una tercera parte o puede ser un servicio accesible públicamente, en una nube pública. De otra forma, dependiendo del tipo de despliegue de la nube, el cliente podrá tener recursos de computación privada limitados o podrá tener acceso a grandes cantidades de recursos mediante acceso remoto. De esta manera, dependiendo del modelo de despliegue elegido, los clientes podrán tener ventajas e inconvenientes para controlar sus recursos, escalar cuando sea necesario, calcular sus costos y su disponibilidad.

CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL MODELO DE NUBE

La elección del modelo de nube (público, privada, híbrida o comunitaria en el caso de una organización) no es una tarea fácil y ahí la opinión del departamento de TI de la empresa, unido a las recomendaciones del proveedor seleccionado, serán vitales en la elección del modelo adecuado.

En principio suele haber cierta unanimidad de que, al menos en principio, el modelo de nube privada es muy recomendable ya que este modelo cuenta con mayores garantías de flexibilidad, escalabilidad y seguridad, y si se estudia bien el retorno de la inversión (ROI) puede resultar más económica. La elección de nube pública o privada dependerá de las características de cada empresa u organización.

La migración a la nube en aquellas partes sensibles del negocio —como las bases de datos de facturación, de pedidos de clientes...— demanda una conectividad exclusiva y directa a los centros de datos, así como una alta disponibilidad y unos tiempos asegurados. En este caso la nube privada puede ser la mejor selección. Sin embargo, cuando se trata de partes del negocio que no son tan sensibles —como publicidad, blogs, noticias...— puede ser interesante seleccionar la nube pública para ahorrar costos. Por estas razones muchos proveedores recomiendan —y las empresas han de estudiar detenidamente las ventajas e inconvenientes de ambos modelos, y analizar a muchos proveedores y las estrategias de empresas acreditadas— el modelo de nube híbrida.

Terminología

El NIST recomienda utilizar los siguientes términos:

Consumidor de la nube o cliente: una persona u organización que es cliente de una nube; obsérvese que un cliente de una nube puede ser de una nube y de otras nubes que ofrecen otros servicios.

Cliente: una máquina o aplicación de software que accede a una nube en una conexión de red.

Proveedor de la nube o proveedor: una organización que proporciona servicios de la nube.

PROVEEDORES DE LA NUBE

La computación en la nube se ha convertido en un modelo de negocio que genera grandes ingresos anuales para las compañías proveedoras de esos servicios. Los proveedores de la nube pueden ser globales —ofrecen cualquiera de los modelos de nube— o locales —ofrecen los mismos servicios ya sea propios o subcontratados a los grandes proveedores mundiales—. Las estadísticas de proveedores de la nube, especialmente de infraestructuras y plataformas, dan como claros ganadores a los cuatro grandes: Microsoft, AWS de Amazon, IBM y Google, aunque le siguen en orden de volúmenes de ingresos otros grandes fabricantes como Oracle, HP, SAP, Salesforce...

¿Qué criterios seguir para adoptar un proveedor de la nube para la organización o empresa? Tras la elección del servicio o servicios de la nube, la empresa ha de estudiar el modo de implantación del sistema correspondiente. Como hemos visto, existe una amplia oferta de proveedores de la nube y su elección no es una tarea fácil, dado que se puede seleccionar un proveedor con implantación global o un proveedor local, ya sea con sus propios servicios de centros de datos, o bien como proveedor de una compañía global, nacional o multinacional.

Algunas de las recomendaciones proporcionadas por los proveedores más reputados de la nube, así como por organizaciones y empresas nacionales y multinacionales especializadas en servicios de cloud, las hemos seleccionado a partir de los siguientes factores a tener en cuenta en la elección del proveedor, extraídos de alguna de las fuentes recomendadas en la bibliografía del capítulo.

Factores a considerar en la elección del proveedor de la nube:

- Experiencia, reputación y referencias del proveedor.

- Conocimiento del sector de su empresa.
- Comprensión de los objetivos de su empresa.
- Compromiso para el trabajo con el cliente.
- Soporte y consejos tras la instalación, con asesoramiento permanente.

Proceso de migración a la nube

- Los proveedores han de ofrecer asesoramiento durante el proceso de instalación o migración del entorno de la nube, actuando como consultores del proyecto de modo que les permita conseguir completar una implantación satisfactoria. Es necesario que el proveedor atienda al cliente en todo el proceso de implantación, desde la decisión de contratación hasta la puesta en marcha, despliegue y mantenimiento de los servicios.
- Los proveedores han de prestar asistencia técnica al cliente y colaborar con su departamento de TI.
- Es conveniente que haya un periodo de pruebas y saber cuánto tiempo tardará la puesta en funcionamiento del sistema de servicios de la nube, y cómo se realizará el proceso de migración, ya sea con los recursos de la propia organización, o bien de otros proveedores con los que tiene relación la compañía para compatibilizar los servicios, y si continuará con esos servicios, o si hará una migración completa.
- Ha de elegir la plataforma o servicio adecuado para la organización.
- El proveedor ha de ser responsable del almacenamiento y control de los datos, así como de la seguridad de los mismos.
- Cuando se produzcan actualizaciones del servicio de nube por parte del proveedor, siempre se ha de contar con el consentimiento explícito del cliente, o por el contrario, como sucede en muchas *apps*, se da por concedida la autorización correspondiente para realizar las actualizaciones.

¿CÓMO ADAPTAR LA NUBE EN ORGANIZACIONES Y EMPRESAS?

El NIST, en uno de sus documentos más influyentes (Badger *et al.*, 2012), y en su edición de mayo 2012, proporciona directrices y recomendaciones del modo en que las organizaciones deben cuidar las oportunidades y los riesgos que conllevan su adopción. En el resumen ejecutivo del citado documento recomienda que la estrategia a seguir dependa de los requerimientos de la

organización y, en consecuencia, la elección de las diferentes tecnologías y configuraciones.

Con el objetivo de comprender cuál es la solución más adecuada del amplio espectro que ofrece la nube para una necesidad dada, una organización debe considerar cómo se despliega la nube (*modelos de despliegue*) y qué tipos de servicios se pueden proporcionar a los clientes (*modelos de servicio*). Una vez analizados los modelos y diseñado el proyecto técnico de la nube de su organización (como autónomo o simplemente usuario), si ésta decide adoptar la nube, debe considerar en paralelo o de modo secuencial las oportunidades económicas y los riesgos de usar estos servicios (*consideraciones económicas*), así como las características técnicas de los servicios como: rendimiento (*performance*) y fiabilidad (*características operacionales*), términos normales de servicios (*acuerdo de nivel de servicios*, SLA, *service level agreement*) y las oportunidades y riesgos de seguridad (*seguridad*) (NIST, 2012).

CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

En el modelo de despliegue público, la *nube pública* funciona como cualquier servicio externalizado, esto es, como un servicio de alquiler de los recursos de computación. Los usuarios pagan el servicio como es el caso de la luz, el agua o el teléfono, y dejan de pagar cuando no lo utilizan, pero tampoco han de pagar los costos de adquisición para construir la infraestructura. Evidentemente, el modelo proporciona un considerable número de ventajas, ya que reduce los costos del desarrollo de aplicaciones tanto económicas como de recursos humanos, lo que da flexibilidad y agilidad en las organizaciones al seleccionar la aplicación requerida tras la evaluación y aprobación de su departamento de sistemas. Por otra parte, el usuario puede cambiar de proveedor si no se encuentra satisfecho con sus servicios, al igual que ahora sucede con la elección del operador de telefonía o el operador de energía —en este caso, si el sector está liberalizado, como suele ocurrir en la mayoría de los países industrializados— o bien negociar sus condiciones de contratación.

En cuanto a la *nube privada*, las características son similares, con la ventaja de que los recursos de computación los puede administrar la propia organización, con los beneficios que ello entraña, pero a cambio de un gran inconveniente: el aumento de los costos. Por esta razón, muchas organizaciones optan por el modelo híbrido, utilizando los servicios menos críticos en la nube pública, y aquellos que son más cruciales por cualquier circunstancia de la empresa los alojan en la nube privada.

La respuesta a la pregunta común respecto al uso de la nube sobre la reducción de costos globales de la organización, y la pregunta subsecuente sobre la seguridad, deberán responderse después de un estudio cuidadoso de todos los costos de operación, así como el cumplimiento de normativas (*compliance*),

personal técnico necesario, formación y seguridad, incluyendo los costos que puede suponer la migración de su sistema tradicional de TI a la nube, y también se deberá considerar dichos costos en el caso de que se decida migrar a otro proveedor de nube o compatibilizar varias nubes entre sí, con la consiguiente necesidad de integración de datos y sistemas.

CARACTERÍSTICAS ORGANIZACIONALES

Los servicios en la nube tienen una gran dependencia de la conectividad, por ello es necesario analizar los servicios de redes y la modalidad de acceso de los empleados de la empresa (líneas telefónicas fijas, móviles, satélite), así como los dispositivos a utilizar en el acceso (PC, tabletas, teléfonos celulares inteligentes, *laptops* (portátiles), *ebooks* y, naturalmente, los anchos de banda disponibles en la empresa.

ACUERDOS DE NIVEL DE SERVICIO (SLA, SERVICE LEVEL AGREEMENT)

Las organizaciones han de afrontar la migración a la nube, en cualquiera de sus modalidades de despliegue y servicios, estando conformes con los términos que figuren en los acuerdos de nivel de servicios, que definan claramente las relaciones legales entre los clientes de la nube y sus correspondientes proveedores. Una organización debe tener claro antes de utilizar un servicio de la nube, cuáles son las responsabilidades de la empresa como cliente, y cuáles son las responsabilidades del proveedor del servicio. La correspondiente firma del acuerdo de nivel de servicio y su acatamiento será una condición indispensable antes de comenzar a utilizar la nube.

SEGURIDAD

Las organizaciones deben ser conscientes de los temas de seguridad existentes en la computación en la nube, así como de la necesidad de un estricto cumplimiento de las normativas de seguridad pública y las propias de su organización. La seguridad ha de ser una de las preocupaciones principales, si no la principal, cuando una organización funciona con plataformas de la nube dispersas geográficamente y que no están bajo el control directo de su organización.

Sin embargo, estas preocupaciones no suelen ser mayores que las propias de las políticas y medidas de seguridad de su propia organización, si el proveedor de la nube es un proveedor profesional, riguroso y de prestigio contrastado. Al final del capítulo se recomiendan varias publicaciones del NIST y de otras instituciones que ayudarán a su departamento de sistemas de información en el estudio y análisis de las soluciones de seguridad de la nube.

Además de los riesgos y amenazas inherentes a cualquier sistema de TI tradicional, la computación en la nube presenta a su organización sus propios riesgos de seguridad que será preciso considerar. Así pues será preciso constatar los riesgos de la computación en la nube para el aseguramiento de la protección de los datos, y de la privacidad y el cumplimiento de las regulaciones correspondientes (*compliance*), junto con el cumplimiento también de los principios fundamentales de la seguridad de la información: la triada CIA —confidencialidad, integridad y disponibilidad (CIA, *Confidentiality, Integrity* y *Availability*) — y los otros aspectos importantes como la identificación, autenticación, responsabilidad, autorización, y la citada privacidad.

LOS CENTROS DE DATOS COMO SOPORTE DE *CLOUD COMPUTING*

Un Centro de Datos (*Data Center*), según Wikipedia, es un sistema que se emplea para alojar a su vez sistemas de computadoras y componentes asociados tales como sistemas de telecomunicaciones y de almacenamiento. Generalmente incluye fuentes de alimentación redundantes y se usa para copias de seguridad, conexiones, comunicaciones de datos redundantes, controles medioambientales y dispositivos de seguridad.

Desde un punto de vista práctico, cada vez que un usuario de la Web “sube” (*upload*) una foto a Facebook o elabora un documento mediante Google Apps, la potencia de computación necesaria para cumplir la petición procede de edificios remotos denominados *centros de datos*, y se entrega por Internet.

La explosión de la computación en nube ha dado gran notoriedad a los centros de datos; lugares físicos de gran tradición en la historia de la informática, ha potenciado su creación a lo largo y ancho de los países con industrias de computación poderosas, o en aquellos otros países donde la externalización de estos servicios compensaba los enormes costos de instalación.

Todas las grandes empresas del mundo de la gestión y tecnológicas están potenciando sus centros de datos, ya sea para servicios propios, o bien para alquilarlos o subcontratarlos a otras empresas.

El impacto de los centros de datos está siendo considerado por los analistas como una historia paralela a la de la electricidad, y en realidad así se puede considerar si analizamos los informes de *The Economist*. Se está produciendo un auténtico *boom* de construcción de centros de datos. Se buscan lugares físicos donde la electricidad sea barata, exista alta conectividad a Internet, disponibilidad de trabajadores especializados en TIC, e incluso que las condiciones medioambientales sean buenas y, naturalmente, de ser posible, que las autoridades proporcionen desgravaciones fiscales a las empresas por situarse en su región, al estilo de las fábricas de automóviles o electrodomésticos.

Naturalmente Google, Amazon y el resto de actores de la plataforma *cloud* están haciendo movimientos de asentamiento en la nube. Amazon es, sin duda, la empresa revelación; los productos S3, EC2 y sobre todo AWS, han servido de punta de lanza de esta nueva reconversión industrial hacia los centros de datos. La competencia es tan fuerte que ya en las tempranas fechas del 12 de diciembre de 2008, hubo una noticia que conmovió a la industria estadounidense de TI de aquel entonces: James Hamilton, ingeniero de Microsoft, cerebro del diseño y construcción de la red distribuida de centros de datos portátiles mediante contenedores de servidores que se entregan configurados y operativos, listos para enchufar en cualquier lugar del planeta, dejó Microsoft y “fichó” para Amazon para trabajar en el proyecto AWS (*Amazon Web Services*).

No obstante, la importancia de todas las consideraciones anteriores, es preciso insistir en las situaciones producidas por las interrupciones de servicio de Google, Amazon, Twitter o Facebook. Los proveedores de *cloud* deben asegurar la continuidad del servicio y la seguridad, además de responsabilizarse de realizar copias de seguridad en tiempo real y de manera eficiente. Dicho de otra manera, es necesaria la existencia de acuerdos entre proveedores-clientes a nivel de servicio SLA (*Service Level Agreement*) como se expuso anteriormente.

INTERNET Y LOS CENTROS DE DATOS: UNA INDUSTRIA PESADA

Los centros de datos capaces de proporcionar la potencia de cálculo y almacenamiento que constituyen la infraestructura física de la computación en nube forman potentes entornos industriales.

Al igual que cualquier complejo industrial, los propietarios de los centros de datos buscan los lugares idóneos no solo desde el punto de vista físico y geográfico, sino en las ciudades donde puedan encontrar ayudas y subvenciones, haciendo valer la contribución al empleo que traerá la construcción de dichos centros (*las fábricas de la nueva era industrial*), el consumo de agua, electricidad, teléfonos, los pagos de impuestos, los puestos de trabajo especializado, la ayuda a la investigación de las universidades locales. (Le Crosnier, 2008)

Los centros de datos se configuran como sitios industriales o nuevas fábricas de “datos”. La nueva revolución industrial, augurada por Le Crosnier -en el lejano 2008- no vendrá de la mano de fábricas tradicionales (automóviles, trenes, aviones), sino de la construcción creciente de centros de datos a lo largo de todo el planeta, especialmente en aquellos lugares que dispongan de condiciones adecuadas: eficacia energética y sostenibilidad del medioambiente, lugares con buen entorno climático (Finlandia, Noruega, Suiza o regiones como La Rioja, el País Vasco, Asturias, en España; o numerosos países de Latinoamérica), refrigeración para los millones de computadoras (servidores), próximos a

universidades, electricidad barata, y cuyos gobiernos locales, regionales, nacionales o supranacionales, como la Unión Europea o el Mercosur, sean capaces de conceder subvenciones o ayudas para el asentamiento en sus territorios de dichos centros, al igual que si se tratase de una nueva fábrica industrial.

The Economist, *Forbes*, *Business Week*, entre otros medios de comunicación, en numerosos artículos y estudios abordan casos de centros de datos establecidos en espacios donde Google, Microsoft o IBM (por citar algunos gigantes de Internet) han desplegado dichas “fábricas”. Muchos de ellos están elegidos en lugares donde existe un río o un lago para el refresco de los millares de servidores, próximos a lugares de producción de electricidad a bajo costo y conexiones de banda ancha para conexión a Internet. Todas ellas, condiciones indispensables para instalar “una fábrica de datos” como las denominaba Le Crosnier y *The Economist*.

Además, estas nuevas fábricas del siglo XXI cumplen con los requisitos de sostenibilidad energética. Hitachi, a finales de abril de 2008, ya anunciaba que su división de sistemas ofrecía soluciones de almacenamiento orientadas a servicios disponiendo del centro de datos más ecológico y eficiente del mundo. En febrero de 2009, Google compró una fábrica de papel cerrada, en Finlandia, por 40 millones de euros, para crear un nuevo centro de datos en Europa; las razones fundamentales: la situación idílica de la fábrica a orillas de un lago en el sudeste finlandés. Los directivos de Google en su momento justificaban además la compra porque las condiciones de seguridad eran muy notables y existía una suficiente fuerza laboral muy competente. Otro caso significativo, la empresa alemana PlusServer AG creó el centro de datos más ecológico de Europa (anunciado el 2 de septiembre de 2010), con un ahorro del 66% de energía. Por otra parte, en España, en 2010 se inauguró Whahalla en Castellón de la Plana. En los primeros años de la segunda década del siglo XXI ha seguido la fabricación e instalación de centros de datos. En mayo de 2013 Telefónica inauguró en la histórica ciudad de Alcalá de Henares, un moderno centro de datos diseñado para dar servicios en la nube.

A partir del año 2014, coincidiendo con el advenimiento de la tendencia de Big Data, los centros de datos han ido naciendo y proliferando a lo largo y ancho del mundo, creados no solo por los grandes proveedores de la nube (Amazon, Microsoft, IBM, Google, Facebook...) sino por organismos y empresas de todo tipo.

SEGURIDAD EN LA NUBE

Según el informe oficial de seguridad 2013 de Cisco —fabricante número uno mundial en la industria de comunicaciones— el tráfico en la nube se sextuplicaría durante los próximos años, con una tasa de crecimiento del 44% de 2011 a 2016 (cifras que la propia Cisco ha confirmado en 2017). El tráfico mundial de los

centros de datos está en continuo crecimiento. Según el indicador mundial sobre entornos de nube, Cisco estimó que el tráfico mundial se cuadruplicaría en los siguientes cinco años para alcanzar una tasa de crecimiento anual compuesta del 31% entre 2011 y 2016. El componente con mayor crecimiento de esa increíble proliferación de datos era precisamente, los datos en la nube. De hecho, Cisco previó que en 2016 el tráfico mundial en la nube supondría casi dos tercios del tráfico total de los centros de datos, como así ha sucedido.

Por estas razones y la creciente implantación de modelos de *cloud*, las compañías, independientemente de su tamaño, se enfrentan a importantes amenazas de *malware* Web y, por ello, todas las organizaciones deberán centrarse en asegurar su red y la protección de sus datos y de su propiedad intelectual.

Las diferentes opciones de servicios de la nube SPI (Software como servicio, Plataforma como servicio e Infraestructura como servicio), así como los despliegues público y privado, el alojamiento (*hosting*) interno y externo, y varios modelos híbridos hacen difícil abarcar todas las circunstancias posibles de riesgos y amenazas a la nube de la empresa. Al igual que con cualquier área de seguridad, las organizaciones deben adoptar un enfoque de riesgo para moverse a la nube y seleccionar las opciones de seguridad más adecuadas.

Cloud Security Alliance (CSA), organización profesional mundialmente reconocida en cuanto a estudios acerca de la nube, publica una guía muy reputada sobre las áreas críticas de *cloud computing*; aunque en la versión 3 señala que su guía no es un marco de trabajo de evaluación de riesgos completa ni una metodología que determine todos sus requerimientos de seguridad, sin embargo, sí es un método rápido para evaluar la tolerancia para mover un activo a alguno de los diferentes modelos de la nube. Los aspectos generales a considerar en la migración a la nube son:

1. Identificar los activos del despliegue de la nube. Dos grandes categorías: datos y aplicaciones/funciones/procesos.
2. Evaluación de los activos.
3. Mapear los activos para modelos potenciales de despliegue en la nube (público, privado interno, privado externo, comunitaria, híbrida).
4. Evaluar modelos potenciales de servicio y proveedores.
5. Proyectar el flujo potencial de datos.

En resumen, se debe considerar en el movimiento a la nube, su tolerancia a riesgos (al menos en el de máximo nivel) y cuáles combinaciones de modelos de despliegue y de servicios son aceptables. Asimismo, hay que tener una idea clara de los elementos potenciales de exposición de las operaciones e información sensible. Y se han de elegir las mejores opciones para su empresa y desplegar las opciones seleccionadas.

Los dominios a considerar para tomar una decisión sobre seguridad en la nube, que sea eficaz y efectiva con la mitigación de riesgos y amenazas inherentes en la nube, son los siguientes:

1. Marco de trabajo de la arquitectura *cloud*.
2. Gobierno en la nube y gestión de riesgos de la empresa.
3. Aspectos legales. Contratos, leyes y normas nacionales e internacionales.
4. Cumplimiento (*compliance*) y gestión de la auditoría.
5. Gestión de la información y seguridad de los datos.
6. Interoperabilidad y portabilidad.
7. Seguridad tradicional, continuidad del negocio y recuperación de desastres.
8. Operaciones en el centro de datos.
9. Respuesta a incidentes.
10. Seguridad de las aplicaciones.
11. Cifrado y gestión de claves.
12. Identidad, derecho (autorización) y gestión de accesos.

CONTRATACIÓN DE SERVICIOS DE *CLOUD COMPUTING*

Las empresas deben considerar con mucha atención los términos de contratación de un servicio en la nube. Existen muchos documentos prácticos que recogen y proponen modelos de contratación. Hemos seleccionado la *Guía de contratación de servicios de cloud computing*³, publicada por la Agencia Española de Protección de Datos (www.agpd.es), la cual pretende facilitar el cumplimiento de la normativa de protección de datos en la contratación de servicios de *cloud computing*, ofreciendo una información práctica dirigida especialmente a pymes, microempresas y profesionales. La guía, excelente por otra parte, se articula en torno a un cuestionario de preguntas y respuestas a todos los aspectos asociados para la protección de datos personales en estos servicios.

Los puntos importantes que considera la AEPD se deben incluir en todo contrato de servicios de la nube son los siguientes:

1. Analizar y tener en cuenta antes de contratar los servicios en la nube, las características específicas de los diferentes modelos de servicio y las normas de funcionamiento y reputación del proveedor de la nube.

2. Obligaciones en la normativa de protección de datos como cliente de un servicio de cloud.
3. Legislación aplicable (en España, Ley LOPD y Reglamento de la LOPD aprobado en R. D. 1720/2007). En Europa -en mayo de 2016- se aprobó la nueva ley de Protección de Datos y Privacidad, obligatoria en todos los países de la UE a partir del año 2018⁴.
4. Obligaciones como cliente.
5. ¿Dónde pueden estar ubicados los datos personales?
6. Garantías adecuadas para la transferencia internacional de datos.
7. Medidas de seguridad exigibles (niveles de seguridad que ofrece y garantiza).
8. Cómo puede garantizarse y asegurar que se cumplan las medidas de seguridad (el proveedor debe acreditar una certificación de seguridad adecuada y cómo se auditarán las medidas de seguridad).
9. Exigir un compromiso de confidencialidad de los datos personales.
10. Garantía de recuperación de los datos personales de los que es responsable el cliente (portabilidad).
11. Asegurarse de que el proveedor de cloud no conservará los datos personales si se extingue el contrato (garantizar borrado o supresión segura de datos cuando lo solicite el cliente a la terminación del contrato).
12. Garantía del ejercicio de los derechos ARCO (Acceso, Rectificación, Cancelación y Oposición).

EL CONTRATO DE *CLOUD COMPUTING*

El *cloud computing* representa un cambio respecto al modelo tradicional de entrega de servicios de TI. Una parte importante del éxito de la migración hacia la nube es la formalización de un contrato (prestación de servicios, acceso a datos personales, etc.) entre proveedor de servicios de la nube y la empresa cliente. Las principales asociaciones nacionales e internacionales hacen recomendaciones sobre la base de experiencias conocidas en cuanto a los términos de uso y cláusulas que deben estipularse en un contrato de prestación de servicios en la nube. Las cláusulas del contrato deben definir claramente la posición de cada una de las partes, así como sus responsabilidades y obligaciones, y los términos de uso se encargan de definir las especificaciones técnicas más importantes relacionadas con la entrega y la calidad del servicio. Suelen estar recogidas en documentos llamados **SLA** (Acuerdo de Nivel de Servicio), y entre otras cosas establecen los niveles de rendimiento y disponibilidad garantizados por el proveedor, aunque es preciso constatar que algunos proveedores y clientes

consideran el contrato de mayor valor global y el acuerdo de nivel de servicio a un ámbito más reducido y técnico. Las cláusulas y términos de uso¹⁴ son numerosas y cada empresa deberá adaptarlas a sus planes de negocio y a sus líneas estratégicas. Presentamos a continuación algunas de las cláusulas recomendadas por diferentes agencias y asociaciones internacionales ya citadas, y que deben ser consideradas en los contratos correspondientes entre el cliente y el proveedor de servicios de la nube.

1. Cloud Security Alliance

- Confidencialidad
- Propiedad intelectual
- Responsabilidad
- Resolución anticipada
- Privacidad y protección de datos
- Leyes aplicables y jurisdicción
- Auditoría de los sistemas de información en la nube
- Seguridad
- Acuerdo de nivel de servicio (**SLA**)

2. ENISA (Agencia Europea de Seguridad)

- Protección de datos y privacidad
- Confidencialidad
- Propiedad intelectual
- Negligencia profesional
- Cadenas de subcontratación

3. INCIBE (Instituto Nacional de Ciberseguridad)

- Acuerdos de nivel de servicio (Service Level Agreements, SLA) con informes periódicos:
- Confidencialidad
- Disponibilidad
- Rendimiento
- Seguridad
- Pagos
- Suspensión del servicio

- Servicios de soporte
- Terminación o modificación
- Privacidad y cumplimiento normativo

Por último, queremos destacar algunas cláusulas de obligado cumplimiento en todo contrato de la nube, ya recogidas anteriormente:

- Finalización y borrado de datos, aseguramiento de eliminación de datos del cliente por terminación o cancelación de contrato, con el correspondiente certificado de eliminación de datos.
- Planes de recuperación de desastres y continuidad del negocio.
- Indemnización por fallas de seguridad.
- Realización de copias de seguridad y recuperación, y la entrega de las correspondientes evidencias de que se mantienen actualizadas y se han probado.
- Cifrado de datos tanto en tránsito como en depósito.
- Asegurar tiempos de entrega de servicios.
- Solicitud de certificaciones en seguridad del proveedor.
- Mecanismos de resolución de conflictos.

RIESGOS Y AMENAZAS EN *CLOUD COMPUTING*

Las amenazas de la utilización de la nube son muy numerosas y variadas, aunque la mayoría puedan ser perfectamente planeadas, y se les suele hacer frente con gran garantía de éxito. Las amenazas más comunes son:

- Ataques a la seguridad.
- Cortes de servicio.
- Abusos y negligencias en la gestión de los datos acumulados por las empresas proveedoras de la nube o por ciberdelincuentes.
- Intrusiones internas; mal uso por parte de los empleados.
- Falta de información de dónde está alojada la información y cuál es el nivel de seguridad del centro de datos de la nube.
- Pérdida de datos y fuga de datos realizados por piratas informáticos o por agujeros de seguridad.
- Vulnerabilidad de las tecnologías compartidas.

- Interfaces de programación de aplicaciones no seguras.
- Responsabilidades legales de las empresas.
- Necesidad de funcionamiento en línea, lo que obliga a la conectividad permanente a la Red.

Los riesgos más importantes a los que se enfrentan las empresas cliente de la nube desde un punto de vista más formal han sido recogidos por ENISA (www.enisa.europa.eu), la Agencia Europea de Seguridad de la Información, y publicados en un informe¹³ de recomendaciones a organizaciones:

- Pérdida de gobierno
- Vinculación
- Falla de aislamiento
- Riesgos de cumplimiento
- Compromiso de interfaz de gestión
- Protección de datos
- Supresión de datos insegura e incompleta
- Miembros o empleados maliciosos

Es necesario considerar un conjunto de medidas que se deben tomar para afrontar y minimizar al máximo las vulnerabilidades de las empresas, que deben ser incluidas en los contratos realizados con el proveedor de la nube.

RESUMEN

- La computación en la nube comenzó a implantarse como tendencia tecnológica entre 2007 y 2008, a raíz de los acuerdos Google-IBM con varias universidades de los Estados Unidos, y sobre todo a raíz de la publicación de estudios e informes sobre el tema en las cabeceras mundiales del sector de la economía: *The Economist*, *Forbes* y *Business Week*, entre otras.
- La definición más aceptada de *cloud computing* es la del Instituto Federal de los Estados Unidos, NIST: “Es un modelo que permite el acceso ubicuo, adaptado y bajo demanda en red a un conjunto compartido de recursos de computación configurables compartidos (redes, servidores, equipos de almacenamiento, aplicaciones y servicios) que pueden ser aprovisionados y liberados rápidamente, con el mínimo esfuerzo de gestión e interacción con el proveedor del servicio”.

- Las características fundamentales de *cloud computing* (también según el NIST) son:
 - Autoservicio bajo demanda.
 - Múltiples y amplias formas de acceso a la Red.
 - Compartición (*pooling*) de recursos.
 - Elasticidad rápida.
 - Medición de servicios
- Los modelos de nube se agrupan en dos grandes categorías: modelos de servicio y modelos de despliegue.
- Los modelos de servicio son: SaaS (Software como Servicio); PaaS (Plataforma como Servicio) e IaaS (Infraestructura como Servicio).
- Los modelos de despliegue son: nube pública, nube privada, nube híbrida y nube comunitaria.
- Las organizaciones deben tener en cuenta las oportunidades económicas que ofrecen los servicios en la nube, pero también los riesgos que se asumen y el cumplimiento de acuerdos de nivel de servicios (SLA).
- Los criterios para la adopción deben tener presentes las siguientes consideraciones: oportunidades y riesgos de la utilización de los servicios de la nube, sintetizadas en: consideraciones económicas, características técnicas (rendimiento, performance), características operacionales, acuerdos de nivel de servicios (SLA), y políticas y normativas de seguridad.
- Los centros de datos constituyen el soporte fundamental de cloud computing.

BIBLIOGRAFÍA

- AGPD (2013). *Guía para clientes que contraten servicios de Cloud Computing*. Madrid: Agencia Española de Protección de datos. www.agpd.es
- BERTRAN, Marta y SEVILLANO, Femando (2013). *Cloud Computing. Tecnología y Negocio*. Madrid: Paraninfo.
- EKCIT (2016). *Guía de Cloud Computing*. European Knowledge Center for Information Technology. Diciembre, 2016. www.ticportal.es; <http://www.ekcit.eu/>

- **JOYANES, Luis** (2013). *Computación en la nube. El impacto del cloud computing en las empresas*. México: Alfaomega, Barcelona: Marcombo.
- **JOYANES, Luis** (2015). *Sistemas de Información en las empresas. El impacto de la nube, la movilidad y los medios sociales*. México: Alfaomega, Barcelona: Marcombo.
- **MOSCO, Vincent** (2016). *La Nube. Big Data en un mundo turbulento*. Barcelona: Biblioteca Buridán.
- **SOSINSKY, Barrie** (2011). *Cloud Computing Bible*. New York: Wiley
- **TELEFÓNICA** (2016). *Cloud ¿Estás en las nubes o vives la nube?* e-book del blog *A un clic de las TIC*. Madrid: Telefónica. Junio de 2016. <http://aunclicdelastic.blogthinkbig.com/ebook-cloud/>

RECURSOS WEB

- Lee Badger et al.: *NIST. Cloud computing Synopsis and Recommendations*. Special Publication, mayo de 2012. Disponible en:
<<http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-146/sp800-146.pdf>>
- Fundación de la innovación Bankinter/Accenture: *Cloud computing. La tercera ola de las tecnologías de la información*, 2010. Disponible en:
<<http://www.fundacionbankinter.org/es/publications/cloud-computing>>
- David Ciervo (coord.): *Cloud Computing: retos y oportunidades*, Fundación Ideas, febrero de 2011. Disponible en:
<http://www.fundacionideas.es/sites/default/files/pdf/DT-Cloud_Computing-Ec.pdf>
- ISACA: *Principios rectores para la adopción y uso de la computación en la nube*, febrero de 2012. Disponible en:
<<http://www.isaca-bogota.org/Documentos/Cloud-Computing.pdf>>
- Vivek Kundra (CIO de la Casa Blanca, Gobierno de los Estados Unidos) *Federal Cloud Computing Strategy*, febrero de 2011. Disponible en:
<<http://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/digital-strategy/federal-cloud-computing-strategy.pdf>>

- INCIBE: *Guía para empresas: seguridad y privacidad del cloud computing*. Disponible en: <<http://www.incibe.es>>
- Agencia Española de Protección de datos (www.agpd.es).
- Agencia Profesional Española de Privacidad (APEP) (www.a pep.es).
- Consejo General de la Abogacía de España. *Utilización de Cloud computing por los despachos de abogados y el derecho a la protección de datos de carácter personal*. (www.abogacia.es); (www.agpd.es).
- Alberto Urueña (coord.): *Cloud Computing: retos y oportunidades*, ONTSI, mayo de 2012. Disponible en: <http://www.ontsi.red.es/ontsi/sites/default/files/1-_estudio_cloud_computing_retos_y_oportunidades_vdef.pdf>
- ISACA (www.isaca.org).
- Junta de Castilla y León: *Cloud Computing. La tecnología como servicio* (www.orsy.jcyl.es).
- Luis de Salvador Carrasco: *Cloud computing y la estrategia española de seguridad*. Disponible en: <http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2012/DIEEEE075-2012_CloudComputing_infraestructuraCritica_LSalvador.pdf>
- Instituto Mexicano para la Competitividad/Microsoft: “Cómputo en la nube”, en *Nuevo detonador para la competitividad en México, 2012*. Disponible en: http://imco.org.mx/images/pdf/Computo_en_la_Nube-detonador_de_competitividad_doc.pdf

NOTAS:

¹ En 2006-2007 fueron los primeros años en que se habló de cloud computing como una nueva plataforma de computación. Véase el siguiente apartado: “Origen y evolución de cloud computing”.

² <http://bes-h.com/es/5-tendencias-de-la-nube-en-2017/>

³ AGPD. *Guía para clientes que contraten servicios de cloud computing*. Madrid: Agencia Española de Protección de Datos, 2013.

⁴ *Reglamento General de Protección de Datos (UE) 2016/679 ha entrado en vigor el 25 de mayo de 2016 y será aplicable en todos los estados miembros a partir del 25 de mayo de 2018, por lo que todos los países tendrán que adaptar sus leyes a dicho reglamento*

CAPÍTULO 5

BIG DATA Y OPEN DATA: EL PODER DE LOS DATOS “GRANDES Y ABIERTOS”

El año 2016 fue el despliegue universal de Big Data y 2017 se espera sea el de la llegada comercial de la tendencia, marcos de trabajo y herramientas de analítica de datos a un gran número de organizaciones y empresas. El término ha sido ya considerado por grandes pensadores, economistas, políticos... como «el nuevo petróleo»

Big Data —grandes datos, grandes volúmenes de datos o *macrodatos*, como recomienda utilizar la Fundación Fundéu— supone la confluencia de una multitud de tendencias tecnológicas que venían madurando desde la primera década del siglo XXI, que se consolidan durante los años 2011 a 2013 cuando irrumpieron con gran fuerza en organizaciones y empresas en particular, y en la sociedad en general: movilidad, redes sociales, aumento de la banda ancha y reducción del costo de la conexión a Internet, medios sociales (en particular las redes sociales), Internet de las cosas, geolocalización, y de modo muy significativo la computación en la nube (*cloud computing*).

Los grandes datos o grandes volúmenes de datos han ido creciendo de modo espectacular. Durante 2011 se crearon 1.8 zettabytes de datos (1 billón de gigabytes) según la consultora IDC, y esta cifra se duplica cada dos años. Un dato significativo: Walmart, la gran cadena de almacenes de los Estados Unidos, ya hace unos años poseía bases de datos con una capacidad de 10 petabytes, y procesaba más de un millón de transacciones cada hora. Los Big Data están brotando por todas partes y su uso adecuado proporcionará una gran ventaja competitiva a las

organizaciones y empresas; en cambio, su ignorancia creará grandes riesgos en ellas y no las hará competitivas. Para ser competitivas en el siglo actual, como señala Franks (2012): “Es imperativo que las organizaciones persigan agresivamente la captura y análisis de estas nuevas fuentes de datos para alcanzar los conocimientos y oportunidades que ellas ofrecen”.

Los profesionales de desarrollo de Big Data y de análisis de datos tienen mucho trabajo por delante y serán las profesiones relacionadas con estos temas las más demandadas en los años sucesivos.

En este capítulo introduciremos al lector en el concepto de Big Data, así como en las diferentes formas en que una organización puede hacer uso de ellos para obtener un mayor rendimiento en su toma de decisiones. No sólo se hará hincapié en el concepto y sus definiciones más aceptadas, sino que estudiaremos las oportunidades que trae consigo su adopción, y los riesgos de su no adopción, dado el gran cambio social que se prevé producirá el enorme volumen de datos que se irán creando y difundiendo.

Hoy día los datos proceden de numerosas fuentes, desde los que proceden de videojuegos hasta las innumerables cantidades de datos de operaciones en los grandes almacenes, en los bancos, la administración pública, los sensores, los teléfonos inteligentes, etc. Todos estos datos procedentes de fuentes tradicionales han ido constituyendo los grandes volúmenes de datos, y crecen de modo exponencial; así, las bases de datos de organizaciones y empresas han ido creciendo y pasando de volúmenes de datos de terabytes a petabytes.

Sin embargo, son los *datos de la Web* los que hoy día configuran el trozo más grande del “pastel” que es Big Data, ya que probablemente es la fuente de datos más utilizada y reconocida en la actualidad, y aún lo seguirá siendo en las próximas décadas. Pero, hay muchas otras fuentes que añaden ingentes cantidades de datos, que aumentan día con día las grandes cantidades de volúmenes de datos. Algunos de los orígenes más usuales de éstos son:

- Datos de la Web.
- Datos de los medios sociales (redes sociales, blogs, wikis).
- Datos de Internet de las cosas.
- Datos de interconexión entre máquinas, M2M (Internet de las cosas).
- Datos industriales de organizaciones y empresas, procedentes de múltiples sectores.
- Datos de la industria del automóvil.
- Datos de redes de telecomunicaciones.

- Datos de medios de comunicación (prensa, radio, televisión, cine...).
- Datos procedentes de sensores en los más diferentes campos de la industria y la agricultura.
- Datos de videojuegos en locales recreativos, casinos, lugares de ocio...
- Datos procedentes de posiciones geográficas y de telemetría: geolocalización.
- Datos procedentes de chips NFC, RFID, códigos QR y Bidi, en aplicaciones de comercio electrónico.
- Datos procedentes de servicios de telefonía móvil (celular) inteligente: texto, datos, audio, video, fotografía.
- Datos procedentes de redes inteligentes (*smart grids*).
- Datos personales, datos de texto....
- Otros.

Una tendencia clara que se observa a diario es que las tecnologías fundamentales, que contienen y transportan datos, conducen a múltiples fuentes de grandes datos en las industrias más diferentes. Y a la inversa, diferentes industrias pueden aprovecharse de numerosas fuentes de datos.

DEFINICIÓN DE BIG DATA

No existe unanimidad en la definición de Big Data, aunque sí hay cierto consenso en la fuerza disruptiva que suponen los grandes volúmenes de datos y la necesidad de su captura, almacenamiento y análisis. Son numerosos los artículos (*white papers*), informes y estudios relativos al tema de Big Data en los últimos años, y en este libro seleccionamos las definiciones de instituciones relevantes y con mayor impacto mediático y profesional. En general, existen diferentes aspectos en los que casi todas las definiciones están de acuerdo y con conceptos consistentes para capturar la esencia de Big Data: crecimiento exponencial de la creación de grandes volúmenes de datos, origen o fuentes de datos y la necesidad de su captura, almacenamiento y análisis para conseguir el mayor beneficio para organizaciones y empresas, junto con las oportunidades que ofrecen y los riesgos que conlleva su no adopción.

La primera definición que daremos es la de Adrian Merv, vicepresidente de la consultora Gartner, quien en la revista *Teradata Magazine*, del primer trimestre de 2011, definió este término como: “Big Data excede el alcance de los entornos de *hardware* de uso común y herramientas de *software* para capturar, gestionar y

procesar los datos dentro de un tiempo transcurrido tolerable para su población de usuarios”¹.

Otra definición muy significativa es la del McKinsey Global Institute², que, en un informe muy reconocido y referenciado, de mayo de 2011, definió el término así: “Big Data se refiere a los conjuntos de datos cuyo tamaño está más allá de las capacidades de las herramientas comunes de software de bases de datos para capturar, almacenar, gestionar y analizar”. Esta definición es, según McKinsey, intencionadamente subjetiva e incorpora una definición cambiante, “en movimiento”, qué “de grande” necesita ser un conjunto de datos para ser considerado Big Data; es decir, no se lo define en términos de ser mayor que un número dado de terabytes (en cualquier forma, es frecuente asociar el término Big Data a terabytes y petabytes). Suponemos, dice McKinsey, que a medida que la tecnología avanza en el tiempo, el tamaño de los conjuntos de datos que se definen con esta expresión también crecerá. De igual modo, McKinsey destaca que la definición puede variar para cada sector, dependiendo de cuáles sean los tipos de herramientas de software normalmente disponibles, y cuáles los tamaños comunes de los conjuntos de datos en ese sector o industria. Teniendo presente estas consideraciones, los Big Data en muchos sectores hoy día variarán desde decenas de terabytes a petabytes y ya casi exabytes, camino de zettabytes.

Otra fuente de referencia es la consultora tecnológica IDC³, que apoyándose en sus propios estudios, considera que: “Big Data es una nueva generación de tecnologías, arquitecturas y estrategias diseñadas para capturar y analizar grandes volúmenes de datos provenientes de múltiples fuentes heterogéneas a una alta velocidad, con el objeto de extraer valor económico de ellos”.

La empresa multinacional de auditoría Deloitte lo define como: “El término que se aplica a conjuntos de datos cuyo volumen supera la capacidad de las herramientas informáticas (computación) de uso común, para capturar, gestionar y procesar datos en un lapso de tiempo razonable. Los volúmenes de Big Data varían constantemente, y en la actualidad oscilan entre algunas decenas de terabytes hasta muchos petabytes para un conjunto de datos individual”⁴.

Otra definición muy acreditada por venir de la mano de la consultora Gartner es: “Big Data son los grandes conjuntos de datos que tiene tres características principales: volumen (cantidad), velocidad (velocidad de creación y utilización) y variedad (tipos de fuentes de datos no estructurados, tales como la interacción social, video, audio, cualquier cosa que se pueda clasificar en una base de datos)”⁵. Estos factores, naturalmente, conducen a una complejidad extra de los Big Data. En síntesis “‘Big Data’ es un conjunto de datos tan grandes como diversos que rompen las infraestructuras de TI tradicionales”⁶.

Gartner considera que la esencia importante de Big Data no es tanto el tema numérico, sino todo lo que se puede hacer si se aprovecha el potencial y se descubren nuevas oportunidades de los grandes volúmenes de datos.

En suma, la definición de Big Data puede variar según las características de las empresas. Para unas empresas prima el *volumen*; para otras, la *velocidad*; para otras, la *variabilidad* de las fuentes. Las empresas con mucho volumen o *volumetría* van a estar interesadas en capturar la información, guardarla, actualizarla e incorporarla en sus procesos de negocio; pero hay empresas que, aunque tengan mucho volumen, no necesitan almacenar, sino trabajar en tiempo real y a gran velocidad. Otras, por el contrario, pueden estar interesadas en gestionar diferentes tipos de datos.

Un ejemplo clásico son los sistemas de recomendación: sistemas que en tiempo real capturan información de lo que está haciendo el usuario en la Web, lo combina con la información histórica de ventas, lanzando en tiempo real las recomendaciones. Otras empresas tienen otro tipo de retos como fuentes heterogéneas, y lo que necesitan es combinarlas. La captura es más compleja, ya que hay que combinar en un mismo sitio y analizarla.

TIPOS DE DATOS

Los Big Data son diferentes de las fuentes de datos tradicionales que almacenan datos estructurados en las bases de datos relacionales. Es frecuente dividir las categorías de datos en dos grandes tipos: *estructurados* (datos tradicionales) y *no estructurados* o *sin estructura* (datos Big Data). Sin embargo, las nuevas herramientas de manipulación de Big Data han originado unas nuevas categorías dentro de los tipos de datos no estructurados: *datos semiestructurados* y *datos no estructurados* propiamente dichos.

DATOS ESTRUCTURADOS

La mayoría de las fuentes de datos tradicionales son datos estructurados, datos con formato o esquema fijo que poseen campos fijos. En estas fuentes, los datos vienen en un formato bien definido que se especifica en detalle, y que conforma las bases de datos relacionales. Son, fundamentalmente, los datos de las bases de datos relacionales, las hojas de cálculo y los archivos,

Los datos comunes almacenados en bases de datos, registrados en campos con un nombre específico y con unas relaciones entre ellos, se almacenan en filas y columnas y son fáciles de introducir, almacenar y analizar. Proporcionan la mayor parte de la información actual de la empresa, como datos de los sistemas de registro, transacciones comerciales, censos de población, ventas, clientes, finanzas, etc. Estos tipos de datos se localizan en un campo fijo de un registro o archivo específico y sus contenidos se incluyen en bases de datos relacionales, en hojas de cálculo, normalmente. Los datos se organizan en torno a un modelo de datos.

Un modelo de datos —ciclo de vida del dato o cadena de valor del dato— contiene: los tipos de datos empresariales que su empresa va a registrar, el modo de almacenamiento, el proceso y el modo de acceso a dichos datos. Los datos estructurados normalmente se almacenan en bases de datos relacionales y hojas de cálculo, en filas y columnas, con los campos explicitados en ellas. Así, los campos de datos de una base de datos estándar de clientes de una empresa, incluirán nombres, dirección, número de teléfono de contacto, dirección de correo electrónico, etc., o en el caso de ser la base de datos de empleados, incluirá también edad, profesión, etcétera.

Los campos deberán ser definidos con el tipo de datos que va a contener: datos numéricos o de texto, con indicación expresa de su tipo de información; por ejemplo, el campo dirección ha de ser tipo texto, y el campo número de teléfono, tipo numérico (o también texto si se desea admitir el signo + como código de salida internacional en lugar del clásico 00 que también admiten las operadoras de telefonía). También se pueden adoptar otras convenciones como incluir menús desplegables que limitan las opciones de los datos que se pueden introducir en un campo y asegurar coherencia de entrada:

Titulación	Ciudad
Sr.	Madrid
Sra.	Granada
Dr.	Medellín
Dra.	Ciudad de México
Ing.	Lima
Licenciado (Graduado)	Santo Domingo

Los datos estructurados se componen de piezas de información que se conocen de antemano, vienen en un formato especificado y se producen en un orden, también, especificado. Estos formatos facilitan el trabajo con dichos datos. Formatos comunes son: fecha de nacimiento (DD, MM, AA); documento nacional de identidad o pasaporte (por ejemplo, 8 dígitos y una letra); número de la cuenta corriente en un banco (20 dígitos), etcétera.

La gestión y búsqueda de los datos estructurados en las bases de datos relacionales se realizan con el lenguaje de programación estándar SQL —lenguaje creado por IBM en la década de los setenta— y que todavía sigue en vigor y soporta a la mayoría de las bases de datos establecidas en organizaciones y empresas.

Sin embargo, las bases de datos relacionales tienen un gran inconveniente en la era de los grandes volúmenes de datos: la escasa facilidad que tiene para manejar datos no estructurados.

Datos con formato o esquema fijo que poseen campos fijos. Son los datos de las bases de datos relacionales, las hojas de cálculo y los archivos, fundamentalmente.

DATOS NO ESTRUCTURADOS

Los **datos no estructurados (sin estructurar)** son datos sin tipos predefinidos. Se almacenan como “documentos” u “objetos” sin estructura uniforme, y se tiene poco o ningún control sobre ellos. Tienen un formato que no puede ser gestionado (indexado) fácilmente en tablas de bases de datos relacionados. Datos no estructurados son:

- Video, audio, imágenes, fotografías
- Datos de texto (archivos de texto o documentos, tales como Word, PowerPoint, PDF...)
- Documentos multimedia
- Correos electrónicos
- Textos de mensajería (SMS, mensajes de WhatsApp, Line, Telegram, Viber, Snapchat...)
- Publicaciones en redes sociales

Por ejemplo, las imágenes se clasifican por su resolución en pixeles. Ejemplos comunes de datos que no tienen campos fijos son: audio, video, fotografías, documentos impresos, cartas, hojas electrónicas, imágenes digitales, formularios especiales, mensajes de correo electrónico y de texto, formatos de texto libre como correos electrónicos, mensajes instantáneos SMS, artículos, libros, mensajes de mensajería instantánea tipo WhatsApp, Line, Hangouts, Telegram, Snapchat, Skype, Messenger Facebook, Google Allo, WeChat... Al menos, 80% de la información de las organizaciones no reside en las bases de datos relacionales o archivos de datos, sino que se encuentran esparcidos a lo largo y ancho de la organización; todos estos datos se conocen como datos no estructurados.

Sin duda, los datos más difíciles de dominar por los analistas son los datos no estructurados, pero su continuo crecimiento ha provocado el nacimiento de herramientas para su manipulación como es el caso de MapReduce, Hadoop o bases de datos NoSQL.

Ejemplos comunes de datos que no tienen campos fijos: audio, video, fotografías, o formatos de texto libre como correos electrónicos, mensajes instantáneos SMS, artículos, libros, mensajes de mensajería instantánea tipo WhatsApp, Snapchat, Viber...

DATOS SEMIESTRUCTURADOS

Los datos semiestructurados tienen propiedades de datos estructurados y no estructurados, y pueden tener algún tipo específico de estructura que se puede utilizar en un análisis de datos, pero no contienen la estructura de un modelo de datos. Asimismo, poseen un flujo lógico y un formato que puede ser definido, pero no es fácil su comprensión por el usuario. Son datos que no tienen formatos fijos, pero sí etiquetas y otros marcadores que permiten separar los elementos dato. Ejemplos de datos semiestructurados son:

- Documentos XML de páginas web
- Contenidos de blogs y redes sociales
- *Software* de tratamiento de textos
- Lenguajes de marca de hipertexto extensibles

La lectura de datos semiestructurados requiere el uso de reglas complejas que determinan cómo proceder después de la lectura de cada pieza de información. Ejemplos típicos de datos semiestructurados son:

- Los registros *Web logs* de las conexiones a Internet. Un *Web log* se compone de diferentes piezas de información, cada una de las cuales sirve para un propósito específico. Ejemplos comunes son el texto de etiquetas de lenguajes XML y HTML.
- El software de tratamiento de textos que incluyen metadatos que pueden contener nombre del autor, ISBN del libro, fecha de edición, fecha de compra, etc.; sin embargo, su contenido está sin estructurar.
- Publicaciones, entradas de Facebook o LinkedIn, que se pueden clasificar por autor, información, longitud de texto, opiniones de seguidores, etc., pero su contenido normalmente no está estructurado.

Datos que no tienen formatos fijos, pero contienen etiquetas y otros marcadores que permiten separar los elementos dato. Ejemplos típicos son el texto de etiquetas de XML y HTML.

CARACTERÍSTICAS DE BIG DATA

Cada día creamos 2.5 *quintillones* de bytes de datos, de manera que 90% de los datos del mundo actual se han creado en los últimos dos años⁷. Estos datos proceden de todos los sitios: sensores utilizados para recoger información del clima, entradas (*posts*) en sitios de medios sociales, imágenes digitales, fotografías y videos, registros de transacciones comerciales y señales GPS de teléfonos celulares, por citar unas pocas referencias. Estos datos son, según IBM, Big Data.

Big Data, al igual que la nube (*cloud*), abarca diversas tecnologías. Los datos de entrada a los sistemas de Big Data pueden proceder de redes sociales, *logs*, registros de servidores Web, sensores de flujos de tráfico, imágenes de satélites, flujos de audio y de radio, transacciones bancarias, MP3 de música, contenido de páginas Web, escaneado de documentos de la administración, caminos o rutas GPS, telemetría de automóviles, datos de mercados financieros. ¿Todos estos datos son realmente los mismos?

En 2001, Dougn Laney —analista de META Group, hoy Gartner⁸— definía el crecimiento constante de datos como una oportunidad y un reto para investigar el volumen, velocidad y variedad. Posteriormente, Mark Beyer⁹, vicepresidente de Gartner, presentó un informe sobre la emergencia de Big Data y sus características principales: volumen, velocidad y variedad.

IBM planteó —como también hizo Gartner— que Big Data abarca tres grandes dimensiones, conocidas como el “Modelo de las tres V” (3 V o V³): *volumen*, *velocidad* y *variedad* (*variety*). Existe un gran número de puntos de vista para visualizar y comprender la naturaleza de los datos y las plataformas de software disponibles para su explotación; la mayoría incluirá una de estas tres propiedades V en mayor o menor medida. Sin embargo, algunas fuentes, como es el caso de IBM, cuando tratan las características de los Big Data también consideran una cuarta característica que es la *veracidad*, y que analizaremos también para dar un enfoque más global de la definición y características de los Big Data. Otras fuentes notables añaden una quinta característica, *valor*, y llegan a añadir hasta 7 u 8V, como veremos más adelante.

VOLUMEN

Las empresas amasan grandes volúmenes de datos, desde terabytes hasta petabytes. Las cantidades que hoy nos parecen enormes, en pocos años serán normales. Estamos pasando de la era del petabyte a la era del exabyte, y para el periodo 2015 a 2020 se espera que entremos en la era del zettabyte. IBM da el dato de 12 terabytes para referirse a lo que crea Twitter cada día sólo en el análisis de productos para conseguir mejoras en la eficacia.

En el año 2000 se almacenaron en el mundo 800.000 petabytes. Se espera que en el año 2020 se alcancen los 40 zettabytes (ZB). Solo Twitter genera más de 9 terabytes (TB) de datos cada día. Facebook, 10 TB, y algunas empresas generan terabytes de datos cada hora de cada día del año. Las organizaciones se enfrentan a volúmenes masivos de datos, y las que no conocen cómo gestionar estos datos están abrumadas por ello. Sin embargo, la tecnología existe, con la plataforma tecnológica adecuada para analizar casi todos los datos (o al menos la mayoría de ellos, mediante la identificación idónea) con el objetivo de conseguir una mejor comprensión de sus negocios, sus clientes y el *marketplace*. IBM plantea que el

volumen de datos disponible en las organizaciones hoy día está en ascenso, mientras que el porcentaje de datos que se analiza está en disminución.

La característica volumen es la más popular y reconocida dentro del término Big Data, aunque al día de hoy no es la más significativa. Se necesita almacenar la información y para ello se requiere una base de datos capaz de almacenar y gestionar las enormes cantidades de datos. Los tamaños de los archivos son muy grandes y cada segundo/minuto se generan grandes volúmenes de datos que crecen de modo exponencial, en la expresión que IDC denomina “El universo digital de datos”. El volumen de datos es una de las propiedades más destacadas en cualquier definición de Big Data, pero existen otras propiedades de igual o mayor importancia en la actualidad.

VELOCIDAD

La importancia de la velocidad de los datos o el aumento creciente de los flujos de datos en las organizaciones, junto con la frecuencia de las actualizaciones de las grandes bases de datos, son características importantes a tener en cuenta. Esto requiere que su procesamiento y posterior análisis, normalmente ha de hacerse en tiempo real para mejorar la toma de decisiones sobre la base de la información generada. A veces, cinco minutos es demasiado tarde en la toma de decisiones; los procesos sensibles al tiempo —como pueden ser los casos de fraude— obligan a actuar rápidamente. Imaginemos los millones de escrutinios de los datos de un banco con el objetivo de detectar un fraude potencial o el análisis de millones de llamadas telefónicas para tratar de predecir el comportamiento de los clientes y evitar que se cambien de compañía.

La importancia de la velocidad de los datos se une a las características de volumen y variedad, de modo que la idea de velocidad no se asocia a la tarea de crecimiento de los depósitos o almacenes de datos, sino que se aplica la definición al concepto de los datos en movimiento, es decir, la velocidad a la cual fluyen los datos. Las empresas están tratando cada día con mayor intensidad, petabytes de datos en lugar de terabytes, y el incremento en fuentes de todo tipo como sensores, chips RFID, chips NFC, datos de geolocalización y otros flujos de información que conducen a flujos continuos de datos, imposibles de manipular por sistemas tradicionales.

VARIEDAD

Las fuentes de datos son de cualquier tipo. Los datos pueden ser estructurados y no estructurados (texto, datos de sensores, audio, video, flujos de clics, archivos *logs*), y cuando se analizan juntos se requieren nuevas técnicas. Imaginemos el registro en vivo de imágenes de las cámaras de video de un estadio de fútbol, o las de vigilancia de calles y edificios.

En los sistemas de Big Data las fuentes de datos son diversas y no suelen ser estructuras relacionales comunes. Los datos de imágenes de redes sociales pueden venir de una fuente de sensores y no suelen estar preparados para su integración en una aplicación.

En el caso de la Web, la realidad de los datos es confusa. Distintos navegadores envían datos diferentes; los usuarios pueden ocultar información y usar diversas versiones de software, ya sea para comunicarse entre ellos, realizar compras o para leer un periódico digital. No obstante, los riesgos que conlleva la no adopción de las tendencias de Big Data son grandes, ya que:

- La voluminosa cantidad de información puede llevar a una confusión que impida ver las oportunidades y amenazas dentro de nuestro negocio y fuera de él, y perder así competitividad.
- La velocidad y flujo constante de datos en tiempo real puede afectar a las ventas y a la atención al cliente.
- La variedad y complejidad de datos y fuentes puede llevar a la vulneración de determinadas normativas de seguridad y privacidad de datos.

El volumen asociado con los Big Data conduce a nuevos retos para los centros de datos que intentan lidiar con su variedad. Con la explosión de sensores y dispositivos inteligentes, así como las tecnologías de colaboración sociales, los datos en la empresa se han convertido en muy complejos, ya que no sólo incluyen los datos relacionales tradicionales, sino también priman en bruto datos semiestructurados y no estructurados procedentes de páginas Web, archivos de registros Web (*Web log*), incluyendo datos de los flujos de clics, índices de búsqueda, foros de medios sociales, correo electrónico, documentos, datos de sensores de sistemas activos y pasivos, entre otros.



Figura 5.1. Las 3 V de Big Data.

Fuente: Philip Russom: “Big Data Analytics”, en Teradata, Fourth Quarter 2011.
Disponible en: <<http://tdwi.org/blogs/philip-russom>>.

Dicho en forma sencilla, la *variedad* representa todos los tipos de datos y supone un desplazamiento fundamental en el análisis de requisitos, desde los datos estructurados tradicionales hasta la inclusión de los datos en bruto, semiestructurados y no estructurados, como parte del proceso fundamental de la toma de decisiones. Las plataformas de analítica tradicionales no pueden manejar esta variedad. Sin embargo, el éxito de una organización dependerá de su capacidad para resaltar el conocimiento de los diferentes tipos de datos disponibles en ella, que incluirá tanto los datos tradicionales como los no tradicionales¹⁰. Por citar unos ejemplos, el video y las imágenes no se almacenan fácil ni eficazmente en una base de datos relacional, y mucha información de sucesos de la vida diaria como los datos climáticos, cambian dinámicamente. Por todas estas razones, las empresas deben capitalizar las oportunidades de los grandes datos, y tener la capacidad de analizar todos los tipos de datos, tanto relacionales como no relacionales: texto, datos de sensores, audio, video, transaccionales.

EL MODELO DE LAS 5 V

IBM añadió una cuarta V y posteriormente una quinta V¹¹. De igual forma, Bernard Marr, uno de los grandes expertos mundiales en Big Data, publicó el artículo: “*Big*

*data: the 5 vs everyone must know*¹² donde añade dos nuevas propiedades: **Veracidad** y **Valor**, que luego incluiría en su libro de Big Data, publicado en 2015.

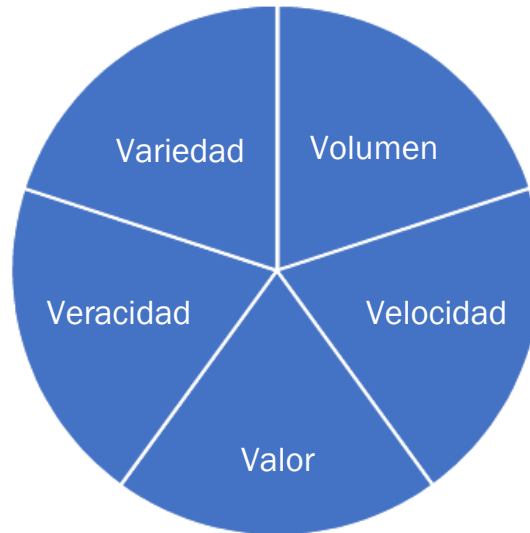


Figura 5.2. Las 5 V de Big Data.

VERACIDAD

En su definición de Big Data, al comentar la característica de veracidad, IBM proporciona un dato estremecedor: “Uno de cada tres líderes de negocio (directivos) no se fía de las informaciones que utilizan para tomar decisiones (lo denomina incertidumbre).” ¿Cómo puede, entonces, actuar con esta información si no se fía de ella? El establecimiento de la veracidad o fiabilidad (*truth*) de Big Data supone un gran reto a medida que la variedad y las fuentes de datos crecen.

El ya citado gurú de Big Data, Bernard Marr, publicó un artículo en LinkedIn y posteriormente en su libro donde insiste en esta característica, en que considera que se refiere al desorden o confiabilidad en muchos tipos de Big Data cuya calidad y precisión son menos controlables (citaba el caso de los mensajes de *Twitter* con sus etiquetas “hash”, abreviaturas, tipos y lenguaje coloquial, así como la fiabilidad y precisión del contenido). Pese a ello, Marr considera que las tecnologías y la analítica de Big Data permiten trabajar con estos tipos de datos, los cuales compensan, en ocasiones, la falta de calidad y precisión.

VALOR

Existe una quinta característica que también se suele considerar y es muy importante: el valor. Las organizaciones estudian obtener información de los grandes datos de una manera rentable y eficiente. Aquí es donde las tecnologías de código abierto tales como Apache Hadoop se han vuelto muy populares. Hadoop es un software que procesa grandes volúmenes de datos a través de un *cluster* de centenares o incluso millares de computadores de un modo muy económico.

De hecho, Marr insiste: es muy importante tener acceso a Big Data, pero a menos que se convierta en valor, será inútil. Es preciso asumir costos y beneficios y el valor será una característica vital.

IBM también ha considerado su quinta V de Valor. Considera que la capacidad de conseguir mayor valor a través del conocimiento (*insights*) de la analítica le proporciona una gran importancia a esta propiedad.

EL MODELO DE LAS 7 V

A las cinco características anteriores se están uniendo según algunos modelos de Big Data: las nuevas e importantes de *visualización* y *viabilidad*.

VISUALIZACIÓN

Es el modo en que los datos se presentan para encontrar patrones y claves que permitan la obtención de resultados para una toma de decisión eficiente. Las iniciativas de Big Data requieren herramientas de visualización de datos óptimas. Estas herramientas permiten a los usuarios finales realizar búsquedas y acceder a la información rápidamente y en muchos casos en tiempo real. Es una gran ventaja para los clientes quienes se muestran satisfechos cuando tienen el control de la información en el mismo momento que ésta se produce. La visualización es una parte muy importante ya que ayuda a las organizaciones a responder a preguntas de interés para el desarrollo del negocio.

VIABILIDAD

Esta propiedad se refiere a la capacidad que tienen las empresas de generar un uso eficaz del gran volumen de datos que manejan. Esta característica también adopta la forma de la variabilidad para referirse también a que el gran volumen de datos está cambiando constantemente (este es el caso de los asistentes virtuales como Siri o el computador cognitivo Watson que reúnen datos para el procesamiento del lenguaje).

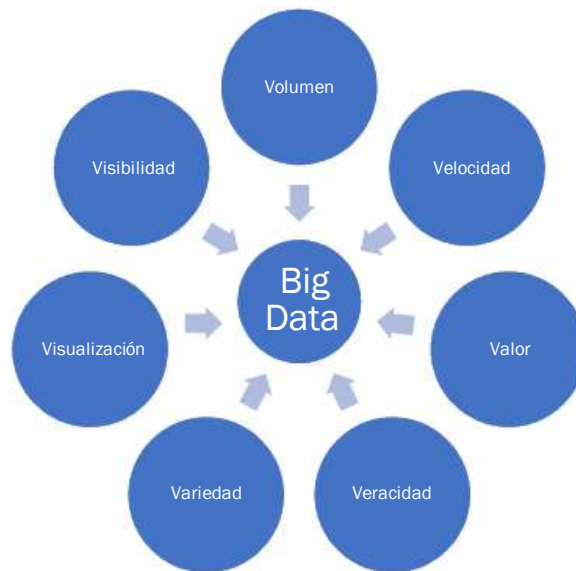


Figura 5.3. Modelo de Big Data de las 7 v

EL TAMAÑO DE LOS BIG DATA

La megatendencia de los Big Data no está directamente relacionada con la cantidad específica de datos. Recordemos que hace una década los almacenes de datos (*data warehouse*) de las grandes empresas, cuando tenían de 1 a 10 terabytes se consideraban enormes. Hoy se puede comprar en cualquier gran almacén, unidades de disco de 1 a 5 terabytes por precios inferiores a 100 euros (Soares, 2012), y muchos almacenes de datos de empresas han roto la barrera del petabyte. En la feria CES 2017 de Las Vegas, se han presentado modelos de pendrives de 2 terabytes, con lo que la reducción de tamaño se ha hecho muy considerable para los dispositivos de almacenamiento.

En este contexto, la pregunta lógica es: ¿cuál es la parte más importante de Big Data, la parte *big* o la parte *data*? O de manera más específica: ¿ambas partes? o ¿ninguna? Para muchos expertos, el tema de debate es cuánto supone *big* (grandes volúmenes) dado que el tema *data* es el soporte fundamental de la tendencia.

Recordemos que según IDC, el universo digital de datos se dobla cada dos años, y que más del 70% de los datos creados se generarán por los consumidores, y por encima del 20% por las empresas. IDC13 predice que el universo digital se multiplicará por un factor de 44 para llegar a 40 zettabytes en 2020.

Tal vez una respuesta más ajustada a la situación actual es que ni la parte *big* ni la parte *data* son los aspectos más importantes de Big Data. Es necesario resaltar lo que hacen las organizaciones con los grandes datos; es lo más

importante. El análisis de los grandes datos que realice su organización combinado con las acciones que se tomen para mejorar su negocio es lo realmente importante.

En resumen, el valor de Big Data es tanto *big* como *data*, y su indicador final dependerá del análisis de los datos, cómo se realizará y cómo mejorará el negocio.

BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE BIG DATA

La historia del término Big Data se puede dividir en dos etapas. Primero, con el nacimiento y expansión del concepto en el campo científico y de negocios, restringido su uso a su conceptualización como tal en la jerga técnica y académica; este periodo se puede datar entre 1984 y 2007. Segundo, con la difusión del término ya con criterio tecnológico y económico, que produce beneficios a las organizaciones y empresas, que comienzan a estudiar la tecnología, a desarrollar herramientas para el análisis de los grandes volúmenes de datos o aquellas otras que comienzan a utilizar estas herramientas para sacarles un rendimiento en las empresas y negocios; este periodo se puede considerar que inicia en el 2008.

El profesor Francis X. Diebold¹⁴ —en un trabajo de investigación realizado sobre el origen e implantación del término Big Data, y publicado en el lejano noviembre de 2012 analizaba el término desde su aparición en escritos académicos y de negocios, y desde su perspectiva de economista-estadístico. Según Diebold, el uso académico del término Big Data se remonta a Tilly, en 1984, y en el lado no académico cita una primera reseña, publicada en 1987, relativa a una técnica de programación denominada *small code, big data*. En 1989, y por último en 1993, se habla de *Big Data applications*.

Por último, Diebold menciona un trabajo de Laney (2001)¹⁵ titulado *Three V's of Big Data (Volume, Variety and Velocity)*, donde se conceptualiza el significado del término y el fenómeno de Big Data. Las conclusiones de la investigación de Diebold (él también interviene como uno de los primeros científicos, en este caso en el área de la estadística y la econometría, que utiliza el término en el año 2000) es que comienza a ser utilizado en dos grandes disciplinas: Ciencias de la Computación (Informática) y Estadística/Econometría, y que nació a mediados de los años noventa, en Silicon Graphics Inc. (SGI), en la persona de John Mashey; y posteriormente en 1998, Weiss y Indurkha, en computación; y Diebold (2000), en estadística/econometría, y Douglas Laney (META Group, hoy Gartner). En resumen, concluye Diebold que el término se puede atribuir razonablemente a Marsey, Weiss e Indurkha, Diebold y Laney.

EL ORIGEN MODERNO DE BIG DATA

En 2008, Steve Lohr¹⁶, de *The New York Times*, publicó que, de acuerdo con diferentes científicos de computación y directivos de la industria, el término Big Data fue calando en ambientes tecnológicos y comenzó a generar ingresos económicos. Estamos totalmente de acuerdo con Lohr, ya que también de modo ininterrumpido he seguido los avatares de Big Data.

Pero, sin duda, es el artículo que *Wired*¹⁷ publicó en junio del mismo año, el detonante de la explosión de los Big Data; así también lo considera Lohr.

Wired publica un artículo en que se presentaban las oportunidades e implicaciones del diluvio de datos moderno; declaraba en aquel entonces que vivíamos en la era del petabyte; sin embargo, el petabyte era una unidad de medida de datos almacenados en soportes digitales, pero ya era necesario pensar en términos de exabytes, zettabytes y yottabytes. El estudio de investigación de *Wired*, que así recogía el artículo, tenía una introducción en la que planteaba los siguientes argumentos:

Existen sensores en todas partes, almacenamiento infinito, nubes de procesadores. Nuestra capacidad para capturar, almacenar (Warehouse) y comprender las cantidades masivas de datos está cambiando la ciencia, la medicina, los negocios y la tecnología. A medida que crece nuestra colección de hechos y figuras, se tendrá la oportunidad de encontrar respuestas a preguntas fundamentales, debido a que la era de los big data no es sólo más: más es diferente (Because in the era of big data, more isn't just more, more is different).

En ese mismo número, Chris Anderson¹⁸, su director editor, publicó otro artículo en que cuestiona el hecho de que el diluvio de datos podía dejar obsoleto el método científico. En el artículo planteaba que hacía diez años, los *crawlers* de los motores de búsqueda hacían una única base de datos. Ahora Google y compañías similares están tratando el *corpus* masivo de datos como un laboratorio de la condición humana. Ellos son los hijos de la era del petabyte. La era del petabyte es diferente porque “más es diferente”. Los kilobytes se almacenaban en discos flexibles; los megabytes se almacenaban en discos duros. Los terabytes se almacenaron en *arrays* de discos. Los petabytes se almacenan en la nube. A medida que nos movemos en paralelo a la progresión anterior, nos desplazamos de la analogía de las carpetas (*folders*) a la analogía de los gabinetes de archivos, y de ahí a la analogía de la biblioteca (*library*), y en la era de los petabytes a la analogía de las organizaciones en la nube.

Lohr (2012), en el artículo antes citado, considera que a finales de 2008 se produjo el espaldarazo del mundo científico, ya que los Big Data fueron adoptados por un grupo de investigadores muy reconocidos del ámbito de la computación agrupados en torno a la prestigiosa Computing Community Consortium, un grupo que colabora con el National Science Foundation (NSF) de los Estados Unidos, y la

Computing Research Association, también de los Estados Unidos, que a su vez representa a investigadores académicos y corporativos. Este consorcio publicó un influyente artículo (*white paper*): “Big-Data Computing: Creating Revolutionary Breakthroughs in Commerce, Science and Society”¹⁹.

Otra noticia destacada que comenta Lohr es el hecho de que IBM en 2008 adoptó también Big Data en su marketing, especialmente después de que el término comenzara a tener gran resonancia entre sus clientes. Posteriormente en 2011, IBM introdujo en Twitter, #IBMBigData, y en enero de 2012 publicó su primer libro electrónico sobre tecnologías de Big Data (*Understanding Big Data*).

Desde un punto de vista popular que demuestra la penetración del término, ya no sólo en los negocios, en el campo académico y en la investigación, sino en la sociedad en general y en la vida diaria, es que la tira cómica del genial Dilbert de Scott Adams recogía en sus viñetas de julio de 2012, la incorporación del Big Data. En una viñeta, Dilbert comenta: *It comes from everywhere it know all* (proviene de todas partes, lo sabe todo), para concluir: *according to the book of Wikipedia, its name is Big Data* (según el libro de Wikipedia, su nombre es 'Big Data').

Big data es el corazón de la ciencia y de los negocios modernos. Los primeros grupos de científicos centrados en sus evidencias, publicaron en agosto de 2012 un dossier especial “Big Data Special Issue” en la revista *Significance*, publicación conjunta de la American Statistical Association y la Royal Statistical Society²⁰.

FUENTES DE DATOS

El gran volumen de datos procede de numerosas fuentes, especialmente de las nuevas fuentes como medios sociales (*social media*) y los sensores de máquinas (máquina a máquina, M2M, e Internet de las cosas). La oportunidad de expandir el conocimiento incrustado en ellos, por combinación de esa inmensidad de datos con los datos tradicionales existentes en las organizaciones está acelerando su potencialidad; además, gracias a la nube (*cloud*), a esa enorme cantidad de información se puede acceder de modo *ubicuo*, en cualquier lugar, en cualquier momento y, prácticamente, desde cualquier dispositivo inteligente.

Los directivos y ejecutivos de las compañías se pueden volver más creativos a medida que extraen mayor rendimiento de las nuevas fuentes de datos externas y las integran con los datos internos procedentes de las bases de datos relacionales y heredadas (*legacy*) de las propias compañías. Los medios sociales están generando terabytes de información de datos no estructurados como conversaciones, fotos, video, documentos de texto de todo tipo, a los que hay que añadir los flujos de datos que fluyen de sensores, de la monitorización de procesos, fuentes externas de todo tipo, desde datos demográficos hasta catastrales, historial y predicciones de datos del tiempo climático, entre otros.

Las fuentes de datos que alimentan los Big Data no paran de crecer pero, como reconocía tempranamente el estudio de McKinsey (2011: 19)²¹, citando fuentes oficiales de estadística de los Estados Unidos, numerosas empresas de todos los sectores tenían almacenadas, ya en 2009, al menos 100 terabytes, y muchas podían llegar a tener más de 1 petabyte. Algunos datos ilustrativos por sectores eran en esas fechas: fabricación discreta, 966 petabytes; banca, 619 petabytes; gobierno, 858 petabytes; comunicación y medios, 715 petabytes. Es decir, además de las nuevas fuentes de datos que comentamos en el capítulo, numerosas empresas de todo tipo tienen almacenados petabytes de datos, que se convierten en fuentes de datos tradicionales que son responsables, a su vez, de los grandes volúmenes de datos actuales.

El origen de los datos que alimentan los Big Data procederán de numerosas fuentes tanto tradicionales como nuevas, que iremos desglosando a continuación, y aunque los datos no estructurados constituirán los porcentajes más elevados que deberán gestionar las organizaciones —al menos del 80% al 90%, según los estudios que se consulten—, no podemos dejar a un lado la inmensidad de datos estructurados presentes en organizaciones y empresas, y que en numerosísimas ocasiones están aflorando datos que permanecían ocultos, y esta creciente avalancha de datos de innumerables fuentes está comenzando a tener gran fuerza y potencialidad a la hora de la toma de decisiones.

TIPOS DE FUENTES DE BIG DATA

Las fuentes de datos origen de los Big Data pueden ser clasificadas en diferentes categorías, cada una de las cuales contiene a su vez un buen número de fuentes diversas que recolectan, almacenan, procesan y analizan. IBM clasifica las fuentes de datos, según (Soares, 2012), como muestra la Figura 5.4. Esta taxonomía de fuentes de datos es una de las más referenciadas en la década actual, como las categorías globales de fuentes de datos manejadas por Big Data, pese a que han ido surgiendo nuevas fuentes de datos que se irán comentando a lo largo del libro pero que se pueden insertar en alguna de estas cinco grandes categorías.

Tipos de Big Data

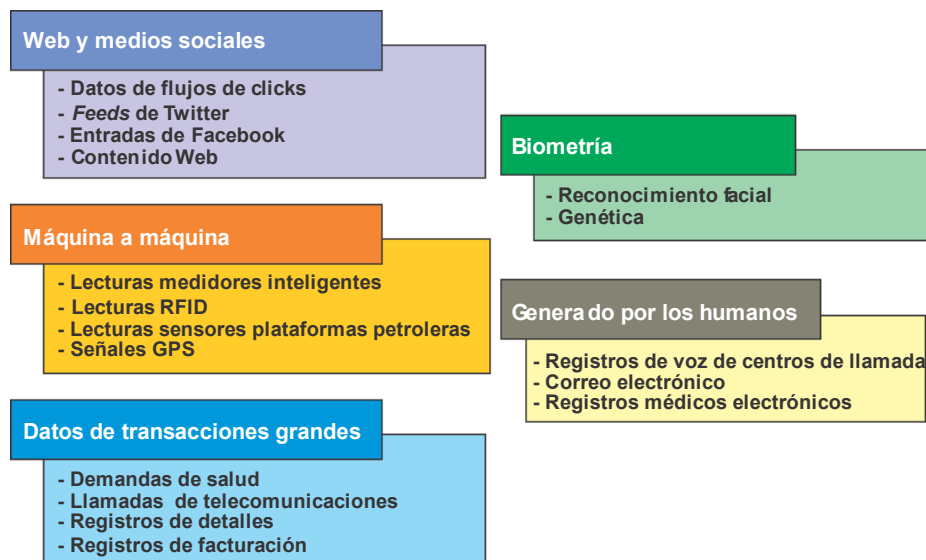


Figura 5.4. Fuentes de datos de Big Data. Fuente: Soares (2012)²² (adaptada).

Web y social media (medios sociales)

Incluye contenido Web e información que es obtenida de los medios sociales como Facebook, Twitter, LinkedIn, Pinterest, Instagram; blogs como Technorati, de periódicos y televisiones; wikis como MediaWiki, Wikipedia; marcadores sociales como Del.icio.us, Stumbleupon; agregadores de contenidos como Digg, Meneame. En esta categoría los datos se capturan, almacenan o distribuyen teniendo presente las características siguientes: los datos incluyen datos procedentes de los flujos de clics, *tuits*, *retuits* o entradas en general (*feeds*) de Twitter, Tumblr, entradas (*posting*) de Facebook y sistemas de gestión de contenidos Web diversos tales como YouTube, Flickr, Picasa; o sitios de almacenamiento de información como Dropbox, Box.com, One Drive...

Los datos de la Web y de los medios sociales se analizan con herramientas de analítica Web y analítica social mediante el uso de métricas y de indicadores KPI.

Máquina-a-Máquina (M2M) /Internet de las cosas

M2M se refiere a las tecnologías que permiten conectarse a otros diferentes dispositivos entre sí. M2M utiliza dispositivos como sensores, medidores que capturan datos de señales particulares (humedad, velocidad, temperatura, presión, variables meteorológicas, variables químicas como la salinidad), contadores inteligentes (medición de consumo de electricidad en hogares, oficina, industria...). Estos datos se transmiten a través de redes cableadas, inalámbricas, móviles, satélites... a otros dispositivos, aplicaciones... que traducen estos datos

en información significativa. Entre los dispositivos que se emplean para capturar datos de esta categoría podemos considerar chips o etiquetas RFID, chips NFC, medidores inteligentes (de temperaturas, de electricidad, presión), sensores, dispositivos GPS que ocasionan la generación de datos mediante la lectura de los medidores, lecturas de los chips RFID y NFC, lectura de los sensores, señales GPS, señales de GIS, etcétera.

La comunicación M2M ha originado el conocido *Internet de las cosas* o *de los objetos* (véase Capítulo 6) , que representa a los miles de millones de objetos que se comunican entre sí y que pueden acceder si es necesario a Internet.

Transacciones de grandes datos

Son los grandes datos transaccionales procedentes de operaciones normales de transacciones de todo tipo. Incluye registros de facturación, en telecomunicaciones y registros detallados de las llamadas (CDR, Call Detail Record), con contenidos de información, sobre origen, destino, duración, y otros, como los datos de los teléfonos móviles inteligentes y tabletas. Estos datos transaccionales están disponibles en formatos tanto semiestructurados como no estructurados. Los datos generados procederán de registros de llamada de centros de llamada, departamentos de facturación, reclamaciones de las personas, presentación de documentos, etcétera.

Biometría

La biometría o reconocimiento biométrico²³ se refiere a la identificación automática de una persona basada en sus características anatómicas o trazos personales, tales como información procedente del cuerpo humano y actividad física (huellas digitales, reconocimiento facial, escaneo de la retina, genética...). Los datos anatómicos se crean a partir del aspecto físico de una persona, incluyendo huellas digitales, iris, escaneo de la retina, reconocimiento facial, genética, ADN, reconocimiento de voz, incluso olor corporal. Los datos de comportamiento incluyen análisis de pulsaciones y escritura a mano. Los avances tecnológicos han incrementado considerablemente los datos biométricos disponibles.

Algunas aplicaciones de interés son: en el área de seguridad e inteligencia, los datos biométricos han sido información importante para las agencias de investigación; en el área de negocios y de comercio electrónico, los datos biométricos se pueden combinar con datos procedentes de medios sociales, lo que hace aumentar el volumen de datos contenidos en los datos biométricos.

Los datos generados por la biometría se pueden agrupar en dos grandes categorías: genética y reconocimiento facial.

Datos generados por las personas

Las personas generan enormes y diversas cantidades de datos como son la información que guarda un centro de llamadas telefónicas (*call center*) al establecerlas, notas de voz, correos electrónicos, documentos electrónicos, estudios y registros médicos electrónicos, recetas médicas, documentos papel, faxes. El problema que acompaña a los documentos generados por las personas es que pueden contener información sensible que necesita, normalmente, quedar oculta, enmascarada o cifrada de alguna forma para conservar la privacidad. Por eso, estos datos necesitan ser protegidos por las leyes nacionales o supranacionales (como es el caso de la Unión Europea o el Mercosur) relativas a protección de datos y privacidad.

Una característica importante en el caso de los datos procedentes de los seres humanos es la trazabilidad, huellas o “rastros digitales” que dejamos las personas al navegar u utilizar Internet y los diferentes sitios que visitamos, tales como páginas de periódicos, revistas o blogs, el uso de las redes sociales, etc. Esta **huella o traza digital** identifica el «rastreo» y, en consecuencia, nuestra identidad digital, que se puede utilizar para definir nuestro perfil o patrón de comportamiento (fotos, videos que subimos a la nube, contenidos más demandados, mensajes o *post* (entradas o artículos) que publicamos en Facebook o Twitter, búsquedas que realizamos, clic en “me gusta”, etiquetas en las redes sociales, mensajes que publicamos, búsquedas que realizamos, etc.).

DATIFICACIÓN

«La huella digital que dejan la mayoría de las actividades humanas e informáticas se puede recoger y analizar para proporcionar información sobre diversos asuntos, desde la salud hasta el crimen o el rendimiento empresarial. Las pocas actividades que no dejan una huella digital actualmente pronto lo harán» Marr (2015: 56). Bernard Marr denomina a este proceso de captura de datos útiles como **datificación** y considera que existen muchas formas de datos útiles. Algunas de las formas son recientes como las publicaciones en redes sociales y otras existen desde hace mucho tiempo, como es el caso del registro de conversaciones, pero la carencia de capacidad de almacenamiento suficiente o un modo de analizar estas grabaciones para guardarlas han limitado su utilidad. Los grandes centros de datos de la nube y de las organizaciones que permiten y facilitan esta tarea de almacenamiento está cambiando el proceso de *datificación*. Así, recuerda Marr que los datos se extraen de numerosas fuentes, tales como: nuestras actividades, nuestras conversaciones, fotos y videos, sensores y, últimamente, sobre todo, internet de las cosas.

DATOS EN ORGANIZACIONES Y EMPRESAS

Los datos que manejan las organizaciones y empresas se agrupan en dos grandes categorías: datos internos y datos externos. Todos ellos a su vez, como ya se ha comentado anteriormente pueden ser datos estructurados, no estructurados o semiestructurados.

DATOS INTERNOS

«Los datos internos representan todo aquello a lo que su empresa tiene o podría tener acceso en la actualidad, incluyendo los datos personales o privados que recoge la empresa y pertenecen a ésta, cuyo acceso está controlado por usted» (Marr 2015: 55). Algunos ejemplos citados por Marr son:

- Comentarios de los clientes
- Datos de ventas.
- Datos de las encuestas a los empleados o los clientes
- Datos en video de circuitos cerrados de televisión
- Datos transaccionales
- Datos de registros de los clientes
- Datos de control de existencias
- Datos de RR. HH

Los datos internos de una empresa están constituidos por todos aquellos datos que recoge y pertenecen a ella y cuyo control está gestionada por ella misma, aunque la recolección, almacenamiento, proceso y utilización de dichos datos se realiza por sus empleados; el uso cada día más frecuentes de los robots conversacionales (*chatbots*) hace que una gran parte de la empresa puede automatizarse, sobre todo los relacionados con la gestión y administración de los datos de los clientes en sus comunicaciones con la empresa.

DATOS EXTERNOS

«Los datos externos de una organización son una variedad infinita de información que existe fuera de la misma. Los datos externos pueden ser públicos y privados. Los públicos son datos que todas las personas pueden obtener, tanto reuniéndolos gratuitamente como pagando a un tercero para conseguirlos, o haciendo que un tercero los recoja por usted. Los privados normalmente son aquellos que necesitaría conseguir y por los que tendría que pagar a otra empresa o a un tercero,

proveedor de datos.» (Marr 2015:55-66). Algunos ejemplos de datos externos citados por Marr (2015: 56) son:

- Datos meteorológicos.
- Datos oficiales como los censales.
- Datos de Twitter.
- Datos de perfiles en redes sociales.
- Google Trends o Google Maps,
- [Datos de Facebook, Instagram, Pinterest, Amazon, Microsoft, otras aplicaciones de Google]

ARQUITECTURA DE BIG DATA

La gestión (administración) de grandes volúmenes de datos requiere de una arquitectura específica que se compone de una serie de capas o etapas que manejan los datos, desde su captura de las diferentes fuentes de datos hasta su etapa final de visualización de los resultados obtenidos. Las cuatro capas más consideradas en el proceso de tratamiento de Big Data son:

- Recolección (ingesta) de datos
- Almacenamiento
- Análisis de datos
- Visualización de datos (resultados)

Previo a la recolección de datos se requiere una etapa previa de **identificación de las fuentes de datos** y que es muy importante en la decisión de la arquitectura ya que implica identificar las diferentes fuentes de datos y su clasificación en función de su naturaleza y tipos, como vimos en apartados anteriores. Los aspectos a considerar en la identificación de las fuentes de datos son:

- Identificar las fuentes internas y externas.
- Calcular la cantidad de datos detectada (a ingerir) de cada fuente de datos.
- Identificar los mecanismos de obtención de datos (*push* o *pull*).
- Determinar el tipo de fuente de datos (archivos, bases de datos, datos web...)

- Determinar el tipo de datos: estructurado, no estructurado o semiestructurado.

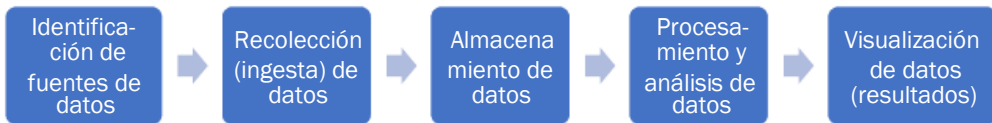


Figura. 5.5. Arquitectura de Big Data

RECOLECCIÓN DE DATOS

Es la etapa de obtención (ingesta) de datos. Se ha convertido en una etapa de gran interés en el proceso de Big Data ya que existen numerosos datos públicos que se producen en enormes cantidades, numerosos dispositivos desperdigados por todo el planeta que emiten, procesan y recogen información de las más diversas actividades (posicionamiento de individuos y vehículos, niveles de contaminación, temperaturas...); de igual forma, infinidad de dispositivos móviles que también emiten y capturan datos, etcétera.

Existen dos métodos de recolección de datos que se utilizarán según los casos:

- *Por lotes (batch)*. Se conecta cada cierto tiempo a las fuentes de información (sistemas de archivos o bases de datos).
- *Tiempo real (streaming)*. Este tipo de recolección de información trata directamente con la fuente de información de manera continua y en forma que la información se obtiene en tiempo real, cada vez que se necesita.

Los sistemas de información actuales, y sobre todo, los específicos de tratamiento de Big Data, pueden obtener la información de las dos formas anteriores.

ALMACENAMIENTO DE DATOS

Los sistemas de almacenamiento tradicionales se han tenido que adaptar a las grandes cantidades de datos que se generan, así como a la velocidad a la que se producen. Por esta razón las bases de datos tradicionales (relacionales) no se adaptan a estas necesidades y se requieren nuevos sistemas de almacenamiento. Entre otras características, los nuevos sistemas de almacenamiento deben ser **escalables**, precisamente debido a los grandes volúmenes de datos que precisan las compañías y de cualquier tipo, los cuales tienen que procesarse de acuerdo a las necesidades de las mismas (aumentando o disminuyendo sus capacidades). Este tipo de almacenamiento escalable tendrá que ser más transparente y

eficiente dado que debe permitir la ampliación o reducción requerida y, por consiguiente, las tecnologías utilizadas se han de adaptar a esta característica.

Los sistemas de almacenamiento de Big Data más utilizados son: **Hadoop y Spark** —sistema por excelencia de archivos distribuidos—, bases de datos **NoSQL** (**MongoDB, HBase, Cassandra...**) y las bases de datos **en memoria** (SAP Hana). Los sistemas de almacenamiento actuales deben permitir la integración de los datos de estos sistemas con los datos tradicionales almacenados en las bases de datos relacionales. La integración de todos los tipos de datos será el gran éxito de los sistemas de almacenamiento y, por consiguiente, integrar datos procedentes de los almacenes de datos (*data warehouses, data marts*), sistemas de datos operacionales y los citados sistemas distribuidos como las bases de datos **NoSQL** o HDFS de **Hadoop**. Precisamente una de las grandes ventajas de HDFS de **Hadoop** es su capacidad de almacenamiento escalable (aumenta o reduce su cantidad y capacidad de almacenamiento según requiera el usuario).

Otra de las características que debe tener el almacenamiento de datos actual está relacionada con los sistemas de análisis ya citados: **síncrono** (tiempo real) y con optimización a baja latencia, y **asíncrono** (los datos se capturan, registran y analizan por lotes).

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Esta etapa suele considerarse como una o dos etapas según la metodología utilizada. Una vez que se tienen almacenados los datos, se han de convertir en conocimiento (valor) mediante el procesamiento y análisis de toda la información almacenada. Se trata de ser capaz de procesar datos en un tiempo razonable y alejarse de los estudios tradicionales de mercados estáticos. Los tipos de procesamiento son: *Batch* (por lotes), *Streaming* (en tiempo real) e *híbrido*.

En el procesamiento por lotes se recolecta la entrada para un intervalo especificado de tiempo y las transformaciones se ejecutan de un modo planificado; la carga de datos históricos es una operación típica por lotes. Las tecnologías emergentes más utilizadas son MapReduce, Hive y Pig.

El procesamiento en tiempo real implica la ejecución de las transformaciones de datos cuando éstos se recogen; las tecnologías más utilizadas son Spark, además de los componentes de Hadoop.

El procesamiento conduce al análisis de datos. Las soluciones tradicionales de análisis de datos suelen ser predefinidas y lentas, lo cual, ante un incremento del volumen de los datos y una variedad en su origen, proporcionan una información limitada ya que sólo pueden analizar terabytes de datos estructurados y, actualmente, se almacenan y manejan petabytes y exabytes de datos. Las soluciones más idóneas son básicamente específicas para Big Data que ofrecen unas técnicas de analítica más ágiles y proactivas de este tipo de información.

El análisis de datos almacenados utiliza modelos, algoritmos y herramientas adecuadas para proporcionar visibilidad sobre los datos para que puedan ser consultados en la capa de visualización o capa de consumo.

Esta etapa es decisiva y en la actualidad el análisis de Big Data se realiza por profesionales especializados de administradores de bases de datos y científicos de datos.

VISUALIZACIÓN DE DATOS

Los resultados del análisis de datos es la etapa de consumo que debe permitir su visualización para una correcta toma de decisiones. Esta capa de Big Data muestra el producto del almacenamiento y procesamiento de la información cuyo resultado es la producción de conocimiento. En la actualidad existe un gran número de herramientas de visualización de datos que proporcionan una gran eficiencia a las compañías.

Las herramientas de visualización permiten a los usuarios finales hacer búsquedas y acceder a la información rápidamente, en algunos casos en tiempo real, de modo que los usuarios puedan tener el control de la información en el mismo momento en que se produce. La enorme cantidad de herramientas de visualización de datos se agrupa por categorías: gráficos, mapas, *cartogramas*, tablas, infografías, nubes de palabras. En el capítulo 11 “Análítica de datos (Big Data & Analytics)” trataremos detalladamente las herramientas gráficas más recomendadas cuya selección es un criterio importante en la hora del tratamiento de grandes volúmenes de datos. Hay una gran oferta de herramientas de visualización gratuitas y de pago; una selección de herramientas muy empleadas es: Tableau, Canva, Google Fusion Tables, QlickViewm, CartoDB, D3.js, etc. El organismo oficial español Red.es publicó un estudio de herramientas de visualización de datos, disponible en su página web: *Recopilación de herramientas de procesamiento y visualización de datos*.²⁴

OPEN DATA. EL MOVIMIENTO DE LOS DATOS ABIERTOS

Una variante muy importante de Big Data es la estrategia *Open Data* (datos abiertos) o apertura de datos. La estrategia *Open Data*, que históricamente nació en 2009 en Washington (ciudad pionera en este movimiento, **data.gov**), se refiere a la posibilidad de que el ciudadano acceda a los datos del Gobierno que antes sólo eran analizados en el interior de las administraciones públicas.

Open Data consiste en una iniciativa para poner a disposición de las personas y empresas residentes en el país, datos de carácter público.

Aunque la iniciativa de *Open Data* nació en los Estados Unidos, hoy día forma parte de la Agenda Digital Europea, donde numerosos países (entre ellos España)

han promovido iniciativas de datos abiertos, así como en América Latina, donde se desplegaron y promovieron también pronto, iniciativas nacionales de Open Data en países tales como Perú, México, Argentina y Colombia. La tendencia Big Data puede proporcionar una gran ventaja competitiva a las empresas y grandes beneficios a los usuarios y ciudadanos en general, en el movimiento y las tendencias de datos abiertos.

«Lo primero que tienen que hacer los gobiernos es hacer más datos abiertos»,²⁵ afirmaba Jeff Jaffe, presidente ejecutivo del W3C, en la *Bilbao Web Summit 2011*; y Tim Berners-Lee, en su conferencia en el mismo congreso, manifestó: “El futuro social de la educación está en los datos, en la calidad de los mismos, los datos abiertos (*open data*), la libertad de los datos, que éstos puedan fluir para el acceso de cualquier persona y que, a su vez, puedan ser aprovechados”. Así se expresaban los dos principales directivos de W3C (Consortio de la W3): Tim Berners-Lee es inventor de la Web, y actual director del W3C, y Jeff Jaffe, su presidente ejecutivo. Aquí cabe preguntarse qué es *Open Data* (datos abiertos) y cuáles son las iniciativas a nivel internacional que están difundiendo la iniciativa.

El W3C está impulsando en todo el mundo el movimiento a favor de la apertura de datos públicos. La enciclopedia Wikipedia define *Open Data* como: “Una filosofía y práctica que requiere que ciertos datos estén disponibles libremente para cualquier persona sin restricciones de *copyright*, patentes u otros mecanismos de control”.

El movimiento de datos abiertos comenzó su explosión en 2010 y ha crecido a pasos agigantados en toda la década, sobre todo por el apoyo ofrecido por el gobierno de los Estados Unidos (<http://www.data.gov.gb>); en Europa, por el gobierno de Gran Bretaña (<http://www.data.gov.gb>); en la propia Unión Europea (<http://www.ec.europa.eu>); y en España (datos.gob.es), con numerosos gobiernos autonómicos (regionales) como Euskadi, Asturias, Cataluña, Navarra, entre otros, y ciudades como la milenaria Córdoba. En América Latina y Caribe, como ya se ha comentado anteriormente y aunque de un modo más lento, también se han puesto en marcha iniciativas de *Open Data* en la mayoría de los países (Colombia, Perú, Chile Uruguay, México, entre otras naciones).

En la práctica Open Data^{26, 27} es la puesta a disposición de la sociedad de gran cantidad de datos procedentes de diferentes organizaciones, fundamentalmente del ámbito de la administración pública o de aquellos proyectos que han sido financiados con dinero público, de manera libre. En general, los datos proporcionados se refieren a diferentes temáticas (médicos, geográficos, meteorológicos, biodiversidad, servicios públicos, etc.). Cuando hablamos de *Open Data* nos referimos a información general que es posible utilizar libremente, reutilizar y redistribuir por cualquier persona, y que puede incluir datos geográficos, estadísticos, meteorológicos, así como datos de proyectos de investigación financiados con fondos públicos o libros digitalizados de las bibliotecas.

El objetivo fundamental de abrir los datos a la sociedad es que ésta pueda obtener provecho de ellos; es decir, se trata de que cualquier persona, organización o empresa pueda sacarles utilidad como simple conocimiento, o bien con iniciativas altruistas o empresariales que le saquen el mayor rendimiento posible.

En la práctica, las administraciones gestionan bases de datos, listados, estudios, información general; es decir, materia prima con gran potencial y que, al haber nacido del dinero público y al ponerse al servicio de la ciudadanía, puede ofrecer oportunidades de negocios a emprendedores tanto en el aspecto personal como en el de la empresa.

“Las administraciones generan multitud de información en forma de datos propios que son de difícil acceso para la mayoría de los ciudadanos; datos de diversa índole que van desde tablas estadísticas, oportunidades laborales, recursos turísticos o incidencias de tráfico y que normalmente se encuentran perdidos en las páginas Web de los organismos” (Ruiz-Tapiador, 2010)²⁸. Los datos abiertos son muy aprovechables y generan valor añadido a las empresas. En el sector público, tener acceso a los datos de la administración garantiza la transparencia, la eficiencia y la igualdad de oportunidades, a la vez que se crea valor (Generalitat de Catalunya, Gobierno de la Comunidad Autónoma de Catalunya en España)²⁹. La *transparencia*, porque se puede consultar y tratar datos que vienen directamente de las fuentes oficiales; la *eficiencia*, porque ciudadanos y organizaciones pueden crear servicios en forma más ajustada en colaboración con la administración; y la *igualdad de oportunidades*, porque el acceso es el mismo para todo el mundo.

En cuanto a las licencias y términos de uso de los datos abiertos, éstos deben estar sometidos a las leyes de reutilización de la información del sector público del país donde se está poniendo en marcha la iniciativa de Open Data. En algunos casos, pueden tener derecho de propiedad intelectual, pero siempre se tratará de dejarlas abiertas con los términos de uso y licencias legales.

INICIATIVAS *OPEN DATA*

Las iniciativas de Open Data en el mundo son numerosas. Los proyectos más innovadores han nacido en los Estados Unidos con la primera administración del presidente Obama, y en Gran Bretaña; en España a nivel regional o autonómico y local, aunque también existieron iniciativas nacionales como el *Proyecto Aporta* dentro del *Plan Avanza*, que desde 2007 plantearon que todas las administraciones locales, autonómicas y centrales estaban llamadas a hacer pública la información que generan, hechos que se fueron confirmando de modo progresivo.

Estados Unidos (Data.gov)

Sin lugar a dudas el portal **DATA.GOV** es una referencia obligada en el estudio de Open Data. En mayo de 2013, el portal incluía páginas relativas a Data, Apps, Communities, Open Government, Metrics, Semantic Web y Blogs.



Figura 5.6. Pantalla inicial de www.data.gov (mayo de 2013)

En una visita realizada el 9 de mayo de 2013, a la opción (pestaña) *Open Data Sites* (sitios de datos abiertos) aparecen 39 estados, 35 ciudades, 41 países y 183 iniciativas regionales de Open Data. En Europa, son numerosos los países con iniciativas nacionales de Open Data (Gran Bretaña, Francia, Italia, Rusia, España...); en América del Norte, los Estados Unidos y Canadá; en América Latina, Argentina, Brasil, Chile, México, Perú y Uruguay figuraban en el portal oficial de **data.gov** con una iniciativa en marcha de todos los países de la zona. En Asia y África hay algunos países con iniciativas de datos abiertos.

En abril de 2017, el portal tal como se define en su página web, es: «The home of the U.S. Government's open data» («La casa de los datos abiertos del Gobierno de Estados Unidos»). En la página se encuentran opciones de datos, herramientas y recursos para desarrollar investigaciones, desarrollar aplicaciones web y móviles, diseñar visualizaciones de datos y estrategias de cómo obtener datos o añadir sus datos al portal.

Los temas de datos abiertos del portal abarcan casi todos los sectores de impacto de la sociedad: agricultura, clima, consumidor, ecosistemas, educación, energía, finanzas, salud, gobierno local, industria y fabricación, marítimo, océanos, seguridad pública e investigación y ciencia. Así mismo proporciona datos de gobiernos abiertos para potenciar aplicaciones de software que ayuden a las personas a tomar decisiones de todo tipo.



Figura 5.7. Portal Open Data del Gobierno de Estados Unidos
Fuente: <www.data.gov> (abril 2017)

De igual forma, data.gov proporciona herramientas y recursos muy buenos para los hackers cívicos (*civic hackers*), emprendedores tecnológicos, científicos de datos y desarrolladores de “todas las franjas y colores (*stripes*)”



Figura 5.8. Portal Open Data del Gobierno de Estados Unidos
Fuente: <www.data.gov> (abril 2017)

Reino Unido (data.gov.uk)

El portal oficial *Opening Up Government*, del Reino Unido, es también otro modelo para el estudio de *Open Data*. Igual que sucede con el portal del gobierno de los Estados Unidos, ofrece una amplia oferta de opciones: Datos, Apps, Foros, Blogs, Biblioteca, Publicaciones.

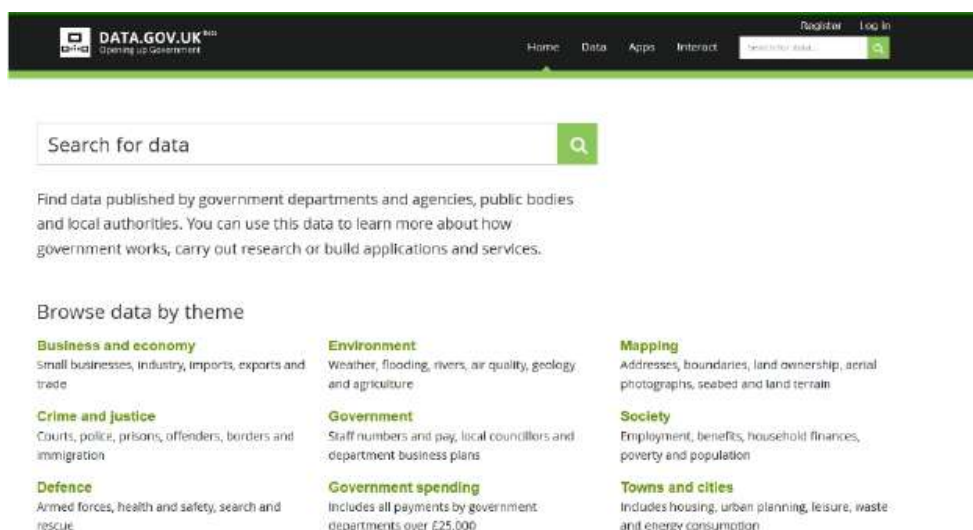


Figura 5.9. Pantalla de <www.data.gov.uk> [Consulta: 10 abril 2017].

España

Las iniciativas en España han sido numerosas tanto en la administración nacional como en las administraciones autonómicas y locales.

Las iniciativas pioneras comenzaron en los gobiernos autonómicos: el Principado de Asturias y el País Vasco, a las que pronto se sumaron la Generalitat de Cataluña y el Gobierno de Navarra, y nacieron, muy pronto, iniciativas locales como los ayuntamientos de Córdoba y Zaragoza. Prácticamente la mayoría de los gobiernos autonómicos y locales tienen portales de datos abiertos o están en proceso de su diseño y construcción.



Figura 5.10. Portal de datos abiertos del Gobierno de España (data.gob.es)

América Latina y el Caribe

Las iniciativas pioneras en América Latina y el Caribe fueron muy tempranas. Según el portal (**data.gov**) del gobierno federal de los Estados Unidos, a finales de octubre de 2011 en América Latina y el Caribe sólo existía un país con iniciativa de Open Data: Perú, con el proyecto *Open Data Perú*; a finales de febrero de 2012 se incorporó Uruguay, y en mayo de 2013 Argentina, Brasil, Chile, México, Perú y Uruguay. En los siguientes años la iniciativa se ha ido extendiendo a, prácticamente, todos los países de Latinoamérica y el Caribe,



Figura 5.11. Portal original de datos abiertos de Perú www.datosperu.org (año 2011)



Figura 5.12. Portal nacional de datos abiertos de Perú (abril 2017)

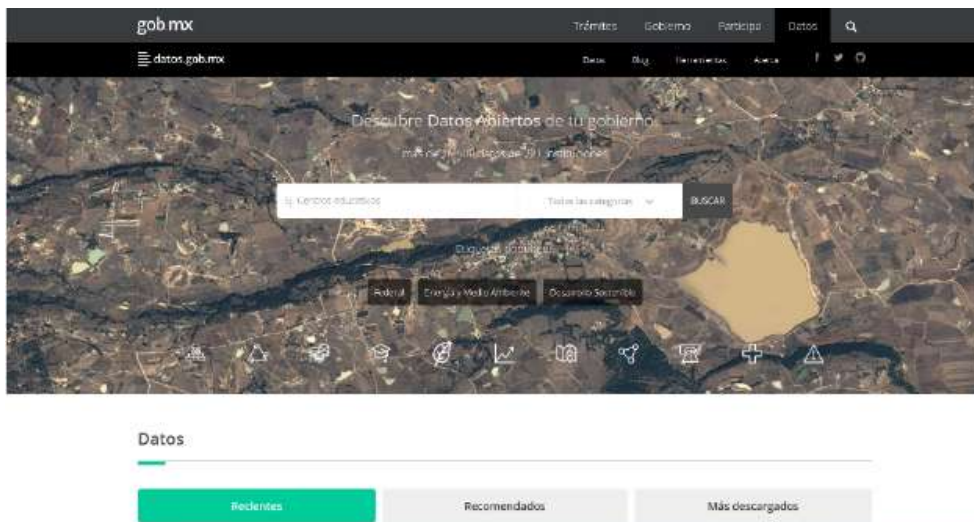


Figura 5.13. Portal de datos abiertos del Gobierno de México (abril 2017)

LA INICIATIVA DE LA UNIÓN EUROPEA

La Unión Europea lanzó a finales de diciembre de 2012 (el día de Nochebuena) la versión beta pública de su esperado portal Open Data, y su lanzamiento definitivo se desarrolló a lo largo del mes de enero de 2013. Sus objetivos iniciales se mantienen en 2017, pero le ha dado un énfasis especial a la sección de desarrolladores para facilitar las tareas de emprendimiento en la Unión Europea en este campo.

La Unión Europea anunció, en la inauguración de la página de su portal de datos abiertos sus objetivos -los cuales se mantienen y se han ampliado-:

Este portal trata de transparencia, gobierno abierto e innovación. El Portal de datos de la Comisión Europea proporciona acceso a datos públicos abiertos de esta institución. Pero además, permite que otras instituciones, organismos, oficinas y departamentos de la Unión accedan a los datos previa solicitud. Cualquier persona interesada puede descargar los datos publicados para reutilizarlos, vincularlos y crear servicios innovadores. Asimismo, este Portal de datos divulga y facilita el conocimiento sobre los datos de Europa. Los organismos editores, desarrolladores de aplicaciones y el público en general pueden aprovechar la tecnología semántica del Portal, que pone a su disposición esta nueva funcionalidad.

La mayoría de los datos del portal, en una primera instancia, proceden de Eurostat, la oficina de estadística de la UE.



Figura 5.14. Portal datos abiertos de la Unión Europea
<https://data.europa.eu/euodp/es/data/> (abril 2017)

OPEN DATA CENTER ALLIANCE

La asociación internacional Open Data Center Alliance (<http://www.opendatacenteralliance.org>) es una organización sin ánimo de lucro, constituida en 2010 como un único consorcio de organizaciones líderes en IT, que ha nacido para trabajar en la configuración futura de **cloud computing** un futuro basado en estándares abiertos e interoperables, según la alianza. Las empresas miembros comparten una visión de los requerimientos, procesos y tecnologías que configuran la adopción de los servicios de la nube por las empresas de IT a nivel mundial. La importancia y fortaleza de la asociación es que incluye a más de 300 compañías mundiales y de las más variadas industrias. Su actual consejo de dirección está constituido por ejecutivos senior IT de las empresas BMW, Capgemini, CenturyLink, China Unicom, Deutsche Bank, Infosys, Intel, National Australia Bank y SAP.

La misión de la asociación es aumentar la velocidad de migración a *cloud computing*, facilitando el ecosistema de soluciones y servicios para dirigir los requerimientos de IT con el más alto nivel de interoperabilidad y estándares. Pretenden tener una voz unificada para buscar los requerimientos de *cloud computing* y los emergentes centros de datos. Una de las muchas virtudes que

tiene esta organización son sus publicaciones de carácter libre. Una que está directamente relacionada con los grandes volúmenes de datos es la *Big Data Consumer Guide*³⁰ y que fue publicada en el año 2012 coincidiendo con despliegue de la tendencia de *big data* en las empresas.

OPEN DATA INSTITUTE (ODI)

La organización Open Data Institute (ODI, www.theodi.org) fue creada en el año 2012, por Tim Berners-Lee, creador de la Web, y el catedrático (*Professor*) de Inteligencia Artificial Nigel Shadbolt. La ODI es una organización independiente sin ánimo de lucro, y ya en sus orígenes tuvo el apoyo económico del gobierno de Gran Bretaña (vía la agencia de innovación Technology Strategy Board) y de la organización Omidyar Network. Hoy día son innumerables sus miembros asociados tanto a nivel corporativo como personal. Su sede es Londres y está dirigida a toda la comunidad de personas interesadas en desarrollar *Open Data*, a las que invitan a ponerse en contacto desde su página Web inicial.

El Open Data Institute pretende canalizar la evolución de una cultura de Open Data para crear valor económico, ambiental y social. Trata de desbloquear las fuentes, generar demanda y crear y diseminar el conocimiento, centrándose en temas locales y globales.

Entre sus objetivos fundacionales está convocar a expertos de nivel mundial para colaborar, incubar, nutrir y actuar de mentores de nuevas ideas, así como promover la innovación. Busca que cualquier persona pueda aprender a relacionarse con los datos abiertos, y la autonomía de los equipos para ayudar a los demás a través del *coaching* profesional y la tutoría.

El ODI define los *datos abiertos*³¹ como: “Información que está disponible para cualquier persona que los utiliza, para cualquier propósito y sin ningún costo”. Los datos abiertos tienen una licencia que deben aclarar que son datos abiertos. Sin una licencia, los datos no pueden ser reutilizados. La licencia también puede decir que:

- Las personas que utilizan los datos deben acreditar quién los está publicando. Esta característica se llama *atribución*.
- Las personas que mezclan los datos con otros datos tienen también que liberar los resultados. Esta característica se llama *compartir por igual*.

La ODI recomienda, en su definición, la palabra “abierta”, dada por la organización Open Definition (<http://www.opendefinition.org>) para los términos: *Open Data*, *Open Content* y *Open Services*.

RESUMEN

Big Data, grandes datos, grandes volúmenes de datos o macrodatos, están constituidos por la avalancha de datos procedentes de las fuentes más diversas: movilidad, medios sociales, Internet de las cosas, M2M, sensores, computación en la nube.

- La cantidad de datos crece de manera espectacular. En 2011 fueron 1,8 zettabytes; en 2012, 2,8 zettabytes; y para 2020 se prevén 40 zettabytes (Informe Digital Universe de IDC/EMC 2012).
- Big Data no sólo se considera en términos de *grande (volumen)*, sino en términos de **variedad** y **velocidad** (modelo de las 3 V). Este modelo se ha extendido para incluir las características de **veracidad** y **valor** (modelo de las 5 V).
- Los tipos de datos se clasifican en tres grandes grupos: estructurados (bases de datos tradicionales o relacionales), semiestructurados y no estructurados.
- Uno de los grandes riesgos que entrañan los Big Data son las implicaciones de privacidad que acompañan a muchas de las fuentes de datos, origen de los grandes datos.
- La integración de los datos tradicionales con los Big Data supone una gran oportunidad de negocio para organizaciones y empresas.
- La explosión de los Big Data se ha producido en los últimos años por las innumerables fuentes de datos que han ido proliferando desde los datos de texto y no textuales, de contenidos de audio, fotografía y video, datos de teléfonos inteligentes y tabletas, de los *social media*, sensores...
- Los Big Data no constituyen una amenaza como tal, sino más bien un reto y una oportunidad para organizaciones y empresas.
- La historia del término Big Data desde el punto de vista académico se remonta a 1984, y desde el punto de vista comercial o empresarial a 1987. En 2001, Laney publica un artículo profesional que titula “*Three V’s of Big Data (Volume, Variety and Velocity)*” donde conceptualiza el significado del término y el fenómeno. Estas características han sido aceptadas como las fundamentales en la definición. 2008, con la publicación del artículo de la “Era del exabyte”, en *Wired*; y 2010, con la publicación de artículos e informes en diversos medios de comunicación como *The Economist* y *Forbes*, se consideran las fechas de partida de Big Data como fenómeno social, tecnológico, económico y empresarial.
- Los grandes volúmenes de datos existentes en la actualidad y utilizados por organizaciones, empresas y particulares, proceden de numerosas fuentes

que capturan y generan datos estructurados, no estructurados y semiestructurados, tales como sensores, medios sociales, dispositivos móviles (teléfonos, tabletas, videoconsolas...), dispositivos de detección y localización de posición geográfica de objetos y personas, datos climatológicos.

- Una taxonomía global de las fuentes de datos que alimentan a los Big Data y que se ha considerado en el capítulo (Soares, 2012) es:
- Web y Social Media (medios sociales: redes sociales, blogs, wikis, gestión de contenidos audio, video, fotografías, libros...).
- Máquina a Máquina (M2M, Internet de las cosas), sensores, chips NFC y RFID...
- Transacciones de todo tipo: banca, comercio, seguros...
- Biometría: datos biométricos de las personas e incluso animales.
- Las propias personas generan gran cantidad de datos: documentos, correos electrónicos, faxes, mensajes instantáneos, facturas, recetas médicas...
- Los datos abiertos (*Open Data*) se refieren a los datos públicos y privados que deberían estar a disposición de los ciudadanos y empresas para un uso eficaz y rentable. Naturalmente, los datos abiertos deberán respetar siempre la privacidad y la información que deba estar protegida, como datos de salud, personales, pero se requiere que se abran y que sean interoperables por las distintas plataformas utilizadas por los desarrolladores, y deben ser también legibles y entendibles por los ciudadanos.
- Los Estados Unidos, Canadá y Europa son pioneros en este movimiento mundial por la apertura de los datos, a los que poco a poco se van sumando otros países de los diferentes continentes. En el caso de América Latina, Perú y Uruguay han sido los primeros países oficialmente reconocidos por el portal Open Data (data.gov) del gobierno federal de los Estados Unidos.
- En Europa, diferentes países, y en España, diferentes comunidades autónomas, han puesto en marcha iniciativas de Open Data.

BIBLIOGRAFÍA

- **CABALLERO**, Rafael y **MARTÍN**, Enrique (2015). *Las bases de Big Data*. Madrid: Los Libros de la Catarata.
- **FRANKS**, Bill (2012). *Taming the Big Data Tidal Wave. Finding Opportunities in Huge Data Streams with Advanced Analytics*. New Jersey: Wiley.
- **JOYANES**, Luis (2014). *Big Data. Análisis de grandes volúmenes de datos*. Ciudad de México: Alfaomega; Barcelona: Marcombo.
- **JOYANES**, Luis (2015). *Sistemas de Información en la Empresa. El impacto en la nube, la movilidad y los medios sociales*. Ciudad de México: Alfaomega; Barcelona: Marcombo.
- **MARR**, Bernard (2016). *Big Data. La utilización del big data, el análisis y los parámetros SMART para tomar mejores decisiones y aumentar el rendimiento*. TEELL Editorial.
- **PÉREZ** Marqués, María (2015). *Big Data. Técnicas, herramientas y aplicaciones*. Madrid: Catarata,
- **SCHMARZO**, Bill (2013). *Big Data. El poder de los datos*. Madrid: Anaya Multimedia.
- **SOARES**, Sunil (2012). *Big Data Governance. An Emerging Imperative*. Boise, MC Press Online
- **SOLANA**, Albert y **ROCA**, Genis (2015). *Big Data para directivos*. Barcelona: Empresa activa.
- **TASCON**, Mario y **COULLAUT**, Arantza (2016). *Big Data y el Internet de las Cosas*. Madrid: Catarata.

NOTAS:

¹Adrian Merv: "Big Data", en *Teradata Magazine*, 2011 Q1. Disponible en: http://www.nextbook.com/nxtbooks/mspcomm/teradata_2011q1/index.php?startid=8#/40

²La consultora McKinsey a través de McKinsey Global Institute publicó el informe que se ha convertido en un clásico, consultado y referenciado por numerosas organizaciones y empresas, así como profesionales. *Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity*, mayo 2011. Disponible en:

<http://www.mckinsey.com/insights/mgi/research/technology_and_innovation/big_data_the_next_frontier_for_innovation>

³ Consultora IDC. Disponible en:

<<http://mx.idclatin.com/releases/news.aspx?id=1433>>

⁴ Predicciones de Deloitte para el sector de tecnología, medios de comunicación y telecomunicaciones 2012. Disponible en:

<http://www.deloitte.com/assets/Dcom-Mexico/Local%20Assets/Documents/mx%28es-mx%29TMT2012_Esp.pdf>

⁵ CEO Advisory: “Big Data”, en *Equals Big Opportunity*, 31 marzo, 2011

⁶ Howard Elias: “El desafío de Big Data: Cómo desarrollar una estrategia ganadora”, en *CIO*, julio 2012. Disponible en: <<http://cidperu.pe/articulo/10442/el-desafio-de-big-data-como-desarrollar-una-estrategia-ganadora>>.

⁷ Sitio de IBM de big data: “Bringing big data to the enterprise”. Disponible:

<http://www_01.ibm.com/software/data/bigdata>

⁸ Mark Beyer, Gartner “Solving 'Big Data' Challenge Involves More Than Just Managing Volumes of Data”, <http://www.gartner.com/newsroom/id/1731916>, 27 junio, 2011.

⁹ Mark Beyer, Gartner “Solving 'Big Data' Challenge Involves More Than Just Managing Volumes of Data”, <http://www.gartner.com/newsroom/id/1731916>, 27 junio, 2011.

¹⁰ Ibid, IBM, p. 8.

¹¹ <http://www.ibmbigdatahub.com/infographic/four-vs-big-data>

¹² Bernard Marr. *Big Data: The 5 Vs Everyone Must Know*.

<https://www.linkedin.com/pulse/20140306073407-64875646-big-data-the-5-vs-everyone-must-know> Posteriormente en su libro: *Big Data: Using Smart Big Data, Analytics and Metrics To Make Better Decisions and Improve Performance*, Wiley, 2015, volvió a dar la misma definición de Big Data.

¹³ IDC: “The Digital Universe Decade. Are You Ready?”. Patrocinado por EMC, mayo 2011.

¹⁴ Francis X. Diebold: “A Personal Perspective on the Origin(s) and Development of “Big Data”: The Phenomenon, the Term, and the Discipline”, University of Pennsylvania, First Draft, August 2012. Este draft: 26 de noviembre de 2012. Disponible en:

<http://www.ssc.upenn.edu/~fdiebold/papers/paper112/Diebold_Big_Data.pdf>

¹⁵ El artículo lo publicó en 2001 como una nota de investigación del META Group, en la actualidad forma parte de Gartner. Tal vez aquí resida el hecho de que, en sus

publicaciones, Gartner definía las características de los Big Data con las 3 V, y a Laney como el padre del modelo de las 3 V. Disponible en: < <http://goo.gl/Bo3GS>>

¹⁶ Steve Lohr: “How Big Data Became So Big”, en *The New York Times*. Disponible en: <http://www.nytimes.com/2012/08/12/business/how-big-data-became-so-big-unboxed.html?_r=0>. Publicado en la edición impresa del 12 de agosto de 2012.

¹⁷ “The Petabyte Age: Because More Isn’t Just More. More Is Different”, en *Wired*. Disponible en: <http://www.wired.com/science/discoveries/magazine/16-07/pb_intro>

¹⁸ Chris Anderson: “Will the Data Deluge Makes the Scientific Method Obsolete?” [Consulta: 6.30.08].

¹⁹ Sus autores han sido tres prominentes científicos de las Ciencias de la Computación: Randal E. Bryant (Carnegie Mellon University), Randy H. Katz (Universidad de California, Berkeley) y Edward D. Lazowska (Universidad de Washington). Disponible en: <http://www.cra.org/ccs/docs/init/Big_Data.pdf>

²⁰ <<http://www.significancemagazine.org/view/0/index.html>>

²¹ Op. cit. *Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity*, cuadro 7, p. 19.

²² Sunil Soares (2003). *Big Data Governance. An Emerging Imperative*. Boise. MC Press Online. El autor de este libro mantiene un blog excelente sobre Big Data y Gobierno de Big Data.

²³ “An Overview of Biometric Recognition”, disponible en: <<http://biometrics.cse.nsu.edu/info.html>>

²⁴
datos.gob.es/sites/default/files/files/Herramientas_de_Visualización.docx

²⁵ Entrevista en *El Mundo* a Jeff Jaffe, Madrid, 21 de mayo de 2011.

²⁶ “Comienza el movimiento Open Data”, en *Computer World*, [Consulta: 21 de mayo de 2011].

²⁷ Definiciones académicas de Open Data se pueden ver en la organización Open Definition (<http://www.opendefinition.org>), y en el Open Data Institute (<http://www.theodi.org>). Ambas instituciones se describirán más adelante.

²⁸ Teresa Ruiz-Tapiador: “Suplemento PYMES RI+D+I”, en *Cinco Días*, Madrid, 20 septiembre 2010, pp. 2-3. Analiza el fenómeno de Open Data (datos abiertos) desde una perspectiva de negocio y empresa.

²⁹ *El portal de la Generalitat de Catalunya*

(<http://www.dadesobertes.gencat.cat>) *ofrece una buena documentación de Open Data.*

³⁰

<http://www.opendatacenteralliance.org/docs/Big_Data_Consumer_Guide_Rev1.0.pdf>

³¹<<http://www.theodi.org/guide/what-open-data>>

CAPÍTULO 6

INTERNET DE LAS COSAS

Desde hace unos años, Internet de las Cosas (*Internet of Things*, **IoT**) es uno de los términos más utilizados y populares en los medios de comunicación tanto analógicos como digitales. IoT en la actualidad es la espina dorsal sobre la que se sustenta, junto con Big Data, la nueva tendencia de Industria 4.0.

Los sensores electrónicos están presentes en todas partes y se integran en infinidad de dispositivos que se han vuelto inteligentes, conectados además en redes cableadas e inalámbricas y a Internet, lo que constituye una red global de conectividad total y ubicua llamada **Internet de las Cosas**. Los teléfonos inteligentes incorporan sensores de todo tipo, giróscopos, acelerómetros, que permiten su posicionamiento de un modo rápido casi en tiempo real. La reducción en tamaño de estos dispositivos electrónicos, el abaratamiento de sus costos y el aumento en la cantidad de información que pueden generar, han convertido el mundo actual en un mundo conectado de cosas u objetos inteligentes.

Los protocolos de comunicación permiten el intercambio de información entre dispositivos y aplicaciones, y éstos son accesibles a los sensores, presentes prácticamente en cualquier lugar. Las primeras redes **M2M** (máquina a máquina) permitieron la comunicación entre máquinas, mientras que las redes de sensores inalámbricas (**WSN**, *world sensor network*) dieron pie a la conexión “sin cables”; pero ha sido sobre todo el despliegue universal de redes inalámbricas —como **WiFi** y **WiMax**— las que han conseguido la conectividad global existente en la actualidad,

que seguirá aumentando para llegar a cualquier lugar, de manera que se podrá realizar en cualquier momento y con cualquier dispositivo.

Cisco —el primer fabricante de telecomunicaciones del mundo— prevé para 2020, cincuenta mil millones de dispositivos conectados en el mundo. Aunque esta cifra puede variar según la fuente de investigación, de lo que no hay duda es que serán decenas de miles de dispositivos. Internet de las Cosas, en su acepción más simple, es la conexión de dispositivos y aplicaciones que está haciendo posible un mundo conectado o hiperconectado.

El despliegue universal de: las redes inalámbricas, celulares **3G/4G** y WiFi, la llegada de las redes **5G** que aumentarán las velocidades de transmisión de datos en forma espectacular, la incorporación de las tarjetas e-SIM a los teléfonos inteligentes, con todas las ventajas que aportarán, y la llegada de **sensores inteligentes** a los dispositivos *wearables* (*ponibles*) que se utilizan por las personas y las cosas, harán que el Internet de las cosas convivirá en la sociedad como ahora lo hace el Internet ordinario.

¿QUÉ ES INTERNET DE LAS COSAS?

Vivimos en un mundo conectado. Cada día aumenta el número de dispositivos de todo tipo que proporcionan acceso a Internet. Las cosas u *objetos* que permiten y permitirán estos accesos irán aumentando con el tiempo. De hecho, ya existen videoconsolas, automóviles, trenes, aviones, sensores, aparatos de televisión, electrodomésticos o cosas cada vez más diversas como la ropa o dispositivos *wearables*. El término *Internet de las cosas* (*Internet of things*) está llegando al gran público con la denominación de *Internet de los objetos*. Los objetos son: libros, zapatos o componentes de un vehículo, y se agrupan en redes de objetos. Si estuviesen referenciados con dispositivos de identificación, chips RFID, NFC, esto es, si todos están equipados con etiquetas de radio frecuencia, todos pueden ser identificados y gestionados. Con la actual generación del protocolo **IPv6** se podrá identificar instantáneamente cualquier tipo de objeto, hasta decenas y centenas de miles de millones, al contrario que la generación IPv4, cuyas direcciones de Internet están restringidas a 4.300 millones.

La consultora McKinsey fue precursora y publicó a principios de marzo de 2010 un informe de nuevos modelos de negocio basados en los sensores cuyo tema central era “Internet de los objetos”. McKinsey lo definía como: «Sensores y actuadores incrustados en objetos físicos, enlazados mediante redes con cables y sin ellos, que a menudo utilizan el mismo protocolo de Internet (IP) que conecta a la Red».

Internet de las cosas consiste en un nuevo sistema tecnológico donde tanto personas como objetos puedan conectarse a Internet en cualquier momento y lugar, y de esa forma ganar inteligencia y conversación entre los objetos. Ahora es el momento de la comunicación entre las cosas, las máquinas (M2M, *MachinetoMachine*), los objetos, a través de sensores, chips, **NFC**, **RFID**. Pero, ¿qué sucederá cuando casi todas las cosas estén conectadas a Internet? Sin duda, se producirá una transformación en la forma de hacer negocios, la organización del sector público, y el día a día de millones de personas. En un sentido más técnico, consiste en la integración de sensores y dispositivos en objetos cotidianos que quedan conectados a Internet a través de redes fijas e inalámbricas. El hecho de que Internet esté presente al mismo tiempo en todas partes permite que la adopción masiva de esta tecnología sea más factible. Dado su tamaño y costo, los sensores son fácilmente integrables en hogares, entornos de trabajo y lugares públicos, de manera que cualquier objeto es susceptible de ser conectado y “manifestarse” en la Red. Además, Internet de las cosas implica que todo objeto puede ser una fuente de datos.

Miles de millones de dispositivos están siendo conectados entre sí a través de distintas redes de comunicación. Pequeños sensores permiten medir desde la temperatura de una habitación hasta el tráfico de taxis en una ciudad. A diario, cámaras de vigilancia velan por la seguridad en los edificios y los paneles del metro nos indican el tiempo que falta para la llegada del siguiente tren. Incluso en las multas de tráfico existe poca intervención humana. En su computador hay cámaras y micrófonos. En su teléfono inteligente, sensores GPS, sensores biométricos, acelerómetros, giróscopos. Si trabaja en un edificio moderno o vive en una casa recién construida estará rodeado de sensores modernos de movimiento, temperatura y humedad. Cada vez más objetos están siendo integrados con sensores, ganando capacidad de comunicación, y con ello las barreras que separan el mundo real del virtual se difuminan. El mundo se está convirtiendo en un campo de información global, y la cantidad de datos que circulan por las redes está creciendo exponencialmente. Como ya hemos analizado a lo largo del libro, cada vez más los términos gigabyte y terabyte están quedándose como unidades pequeñas, y los petabytes y exabytes serán los términos de unidades de almacenamiento que se utilizarán cada vez con mayor frecuencia.

La figura 6.1 muestra un primer diagrama global de cómo actuaría el o la Internet de las cosas con sus diferentes dispositivos.

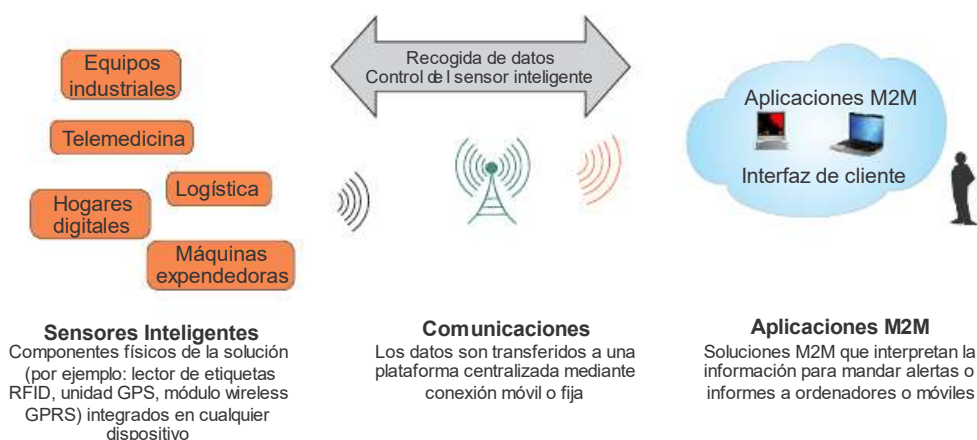


Figura 6.1. Arquitectura de un sistema de Internet de las cosas.

Fuente: Fundación de la Innovación (Bankinter)/Accenture (2009). Disponible en: www.fundacionbankinter.org

DEFINICIÓN DE INTERNET DE LAS COSAS

Hay una gran variedad de definiciones que representan al Internet de las Cosas con ligeras diferencias entre ellas, y a la vez términos diferentes y muy similares. Por ejemplo:

- Internet de las Cosas (IoT, *Internet of Things*)
- Internet de todas las cosas o Internet de Todo (IoE, *Internet of Everything*)
- Web de las cosas (*Web of Things*)
- Internet de las personas y las cosas

De igual forma, existe una gran variedad de términos que reflejan ideas similares: Machine-to-Machine (M2M, máquina a máquina), Big Data y Cyber-Physical Systems (sistemas ciberfísicos). Nosotros adoptaremos el término más utilizado, Internet de las Cosas, que a su vez es la espina dorsal de la anunciada Cuarta Revolución Industrial y soporte de Industria 4.0.

El término Internet of things (IoT) fue acuñado por el británico Kevin Ashton¹ en un artículo publicado en el *RFID Journal* el 12 de julio de 2009. En dicho artículo Ashton introducía el concepto de conectar todas las cosas que nos rodean con la finalidad de poder contarlas, saber su posición o su estado en cualquier momento, así como aportarnos información sobre el entorno que les rodea. Kevin Ashton desarrolló esta idea en 1998 cuando trabajaba en el uso de etiquetas RFID que optimizaran el proceso de cadena de suministro dentro de la multinacional P&G.

La definición de Ashton en el referido artículo es la siguiente (artículo traducido al español por Wikipedia)²:

«Los ordenadores [computadores] actuales —y, por tanto, internet— son prácticamente dependientes de los seres humanos para recabar información. Una mayoría de los casi 50 petabytes (un petabyte son 1024 terabytes) de datos disponibles en internet fueron inicialmente creados por humanos, a base de teclear, presionar un botón, tomar una imagen digital o escanear un código de barras. Los diagramas convencionales de internet dejan fuera a los routers más importantes de todos: las personas. El problema es que las personas tienen un tiempo, una atención y una precisión limitados, y no se les da muy bien conseguir información sobre cosas en el mundo real. Y eso es un gran obstáculo. Somos cuerpos físicos, al igual que el medio que nos rodea. No podemos comer bits, ni quemarlos para resguardarnos del frío, ni meterlos en tanques de gas. Las ideas y la información son importantes, pero las cosas cotidianas tienen mucho más valor. Aunque la tecnología de la información actual es tan dependiente de los datos escritos por personas, nuestros ordenadores saben más sobre ideas que sobre cosas. Si tuviéramos ordenadores que supieran todo lo que tuvieran que saber sobre las “cosas”, mediante el uso de datos que ellos mismos pudieran recoger sin nuestra ayuda, nosotros podríamos monitorizar, contar y localizar todo a nuestro alrededor, de esta manera se reducirían increíblemente gastos, pérdidas y costes. Sabríamos cuándo reemplazar, reparar o recuperar lo que fuera, así como conocer si su funcionamiento estuviera siendo correcto. El internet de las cosas tiene el potencial para cambiar el mundo tal y como hizo la revolución digital hace unas décadas. Tal vez incluso hasta más».

Peter Waher (2015:3)³ plantea que, si los sistemas pueden acceder a los datos capturados por sensores directamente, entonces los datos serán más abundantes y más exactos. Este concepto definió a un campo de estudio conocido como redes de sensores. ¿Cuál era la diferencia entre redes de sensores y IoT? Y entre IoT y Big Data. ¿En qué difiere IoT de la tecnología máquina a máquina (M2M), o también **D2D** (Device-to-Device), donde se examinan con excepciones entre cosas? ¿O también en qué se diferencia de los sistemas ciberfísicos (**CPS, cyber-physical systems**) que se ocupan de sistemas que interactúan en el mundo real a través de sensores y actuadores? Entonces, ¿cuál es la diferencia entre IoT y todos los campos de estudio antes mencionados?

Waher (2015) da una definición sencilla que creemos refleja bien el concepto de IoT: “El Internet de las Cosas, IoT, es lo que obtenemos cuando conectamos cosas —que no son operadas por seres humanos— a Internet.

DEFINICIÓN DE INTERNET DE LAS COSAS DE ITU (UIT)

La definición⁴ de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, UIT (ITU) se publicó el 4 de diciembre de 2012 y destaca que la IoT es una visión global con numerosas consecuencias tecnológicas y sociales:

“Infraestructura mundial para la sociedad de la información que propicia la prestación de servicios avanzados mediante la interconexión de cosas (físicas y virtuales) con base en la información existente y evolución interoperable de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) presentes y futuras.”

Una definición más simple que subyace en la ITU es:

“una sociedad definida por cosas inteligentes que pueden comunicarse entre sí directamente o a través de una red. Internet de las cosas comprende la posibilidad de conectar prácticamente cualquier dispositivo a la Red, incrementando sus posibilidades de interacción con otros elementos gracias al nivel de interacción que permite Internet”⁵.

Definición de Forbes

La prestigiosa revista económica Forbes da una definición muy simple e ilustrativa: “Internet de las Cosas es el acto de conectar cualquier dispositivo a Internet, desde teléfonos celulares (móviles) hasta máquinas de café”.

El término **digital** representa “cantidades discretas”, por ejemplo: la cantidad de personas en un aula, cantidad de libros en una biblioteca, cantidad de motos y de automóviles en un estacionamiento, cantidad de artículos en un supermercado, etcétera.

El término **analógico** se refiere a las magnitudes o valores que “varían” con el tiempo en forma continua, por ejemplo, conceptos tales como temperatura, velocidad... en la vida cotidiana el tiempo se representa en forma analógica por relojes (agujas) y en forma discreta (digital) para indicadores digitales.

CONCEPTOS VARIOS RELACIONADOS CON IOT: M2M, WOT, IOE...

Siguiendo a Waher, IoT no es lo mismo que redes de sensores dado que las cosas (u objetos) no necesitan ser sensores, ni las redes de sensores han de conectarse a Internet. De igual forma IoT no es lo mismo que *Big Data* dado que no se requieren cosas para capturar o generar datos, ni aplicaciones para almacenar datos centralizados en los grandes almacenes de datos (en la nube). IoT no es parte de M2M ya que los seres humanos pueden acceder también a las cosas

directamente. De igual forma, los sistemas ciberfísicos pueden conectarse con protocolos que no son de Internet, transportar mensajes entre máquinas y/o dispositivos de red, así como llevarse a cabo la automatización en entornos cerrados y controlados.

Internet es mucho más que simple conectividad y transporte de mensajes. Internet es abierto y cualquiera puede añadir cosas al mismo e interactuar de un modo totalmente acoplado. Internet no sólo es abierto, sino que es la red más grande del mundo.

Existen otras tendencias que considera la *Web de las Cosas* (*Web of Things*, **WoT**) como un subconjunto de IoT, en donde las comunicaciones se limitan a tecnologías Web tales como HTTP, navegadores, scripting, etcétera.

Otro concepto es el *Internet of Everything* (**IoE**), Internet de Todo. Es decir, añadir a las cosas u objetos, procesos y cualesquiera otras actividades de la vida humana que pueda ser conectado a Internet. Las corrientes tecnológicas que impulsan el término IoE consideran que IoT es un subconjunto de IoE. ¿Convivirán ambos términos? Es preciso considerar en beneficio del IoE que está apoyado por Cisco, la empresa número uno a nivel mundial en telecomunicaciones. Nosotros optaremos por el término IoT a lo largo del libro, asumiendo que al día de hoy son sinónimos el *Internet de Objetos* o *Internet de Todo*. Partiendo de la definición general antes dada de que IoT es aquello que se tiene cuando conectamos a Internet cosas no operadas por los seres humanos, y siguiendo a Waher, podemos considerar que la definición de IoT incluye cuatro componentes importantes:

- *Conexión*, que se refiere al estudio de protocolos de comunicación.
- Las *Cosas* que se refieren al estudio de sensores, actuadores y controladores, entre otras cosas.
- *No operación* por seres humanos; se refiere al aprovisionamiento.
- Internet, se refiere a *seguridad*, incluyendo las *identidades*, *autenticación* y *autorización*, pero también *interoperabilidad*.

Todos estos conceptos se complementarán con la definición de Cisco del Internet de las Cosas, que veremos posteriormente.

HISTORIA DEL INTERNET DE LAS COSAS

Vimos que el término Internet de las Cosas (Internet of Things) fue acuñado por Kevin Ashton, profesor del MIT en 2009 en un artículo publicado en el *RFID Journal*⁶, aunque en ambientes de investigación ya se venía utilizando desde 1999 —como el mismo Ashton declaró en alguna ocasión— en el Grupo Auto-ID Center, también del MIT, donde se realizaban investigaciones en el campo de la identificación por radiofrecuencia (RFID) y tecnologías de sensores. En 1999 impartió una

conferencia en Procter&Gamble donde habló por primera vez del concepto de Internet de las Cosas. En los primeros años del siglo XXI se publicaron artículos en *The Guardian*, *Scientific American* y *The Boston Globe*. También se desplegó la tecnología RFID en forma masiva, en la administración pública, en el Departamento de Defensa de los Estados Unidos y en los almacenes Walmart.

La organización internacional de las Telecomunicaciones ITU⁷ comenzó sus estudios de IoT con la publicación de un informe “Internet of Things” en 2005 y el nombramiento de un Comité de Coordinación para su estudio en profundidad.

En 2006 se consideraba que cerca de 2.000 millones de dispositivos electrónicos —tales como computadores de escritorio, portátiles, teléfonos móviles, consolas de videojuegos...— estaban conectados a Internet.

La empresa Cisco publica en abril de 2011⁸ su teoría de Internet de las Cosas, que considera nació como concepto en el periodo 2008-09 y que en esos momentos el número de dispositivos conectados a Internet ya había superado el número de habitantes de la Tierra.

En el año 2011 se presentó el protocolo de Internet IPV6 que permite identificar un total de 2^{128} direcciones, o lo que es lo mismo: ya es factible la conexión de miles de millones de objetos. La previsión de Cisco comentada antes, prevé 50.000 millones de dispositivos electrónicos para 2020.

En 2011 Samsung, Google, Nokia y otros fabricantes anuncian sus proyectos NFC. Se crea la iniciativa IoT-GSI Global Standards para promover la adopción de estándares para IoT a escala global.

En 2012 (15 de junio) ITU publica la *Recomendación ITU-T Y.2060 (06/2012)* de IoT⁹, cuya publicación en español (2014) se tradujo como “*Descripción general de Internet de los objetos*”. Posteriormente (05-02-2016) la norma Y.2060 de 2012 fue renombrada sin cambio a la serie Rec. Y.4000 (2016-02-05)¹⁰.

ITU sigue trabajando sus estándares y así continúa aprobando decenas de normas relacionados con el Internet de las Cosas. En 2015 creó una Comisión de Estudio 20 “IoT y sus aplicaciones incluidas ciudades inteligentes y comunidades”.

APLICACIONES DEL INTERNET DE LAS COSAS

Internet de las cosas, como ya venimos comentando, es un gran ecosistema de objetos interconectados con miles de aplicaciones de todo tipo y de impacto en la mayoría de los sectores de la empresa, la industria, los negocios, la salud, las infraestructuras, la energía, la fabricación automotriz-férrea-aérea, los seguros, la cadena de suministro, logística, etc. Allí donde se encuentren objetos con sensores, chips RFID y/o NFC, códigos QR existe una posible aplicación del internet de las cosas.

La Internet de las cosas ha traído el apellido “inteligente” que se ha unido a todo tipo de actividades y servicios, y así podemos encontrar:

- Ciudades inteligentes
- Edificios inteligentes
- Transporte inteligente
- Gestión de aparcamientos públicos y privados
- Salud inteligente
- Vida inteligente
- Energía inteligente (uso de contadores inteligentes)
- Entornos inteligentes
- Infraestructuras inteligentes
- Servicios públicos inteligentes
- Sistemas de transporte inteligente
- Agricultura inteligente
- Ganadería inteligente
- Recogida de basuras inteligente
- Domótica y automatización del hogar
- etc.

CASO DE ESTUDIO. PEAJE INTELIGENTE DE AUTOPISTAS SIN BARRERAS

En los peajes de las autopistas el método tradicional de pasar dichos controles es elemental: parar el auto, pagar la tarifa correspondiente y manual o automáticamente se abre la barrera.

Existe un procedimiento alternativo y es que algunos carriles de las autopistas (debidamente indicados) están habilitados con sensores en el sistema de barreras físicas de modo que detectan la presencia de un coche (carro) que trae incorporado un dispositivo o tarjeta de proximidad que, al tomar contacto con el sensor de la barrera, éste se activa y abre automáticamente dicha barrera.

Una aplicación más avanzada y más inteligente se comienza a instalar en algunas autopistas europeas, y, en particular, en España. En abril de 2017¹¹ en la Autopista del Mediterráneo de España -conocida como la AP7- la empresa concesionaria de la autopista, del Grupo Abertis, ha inaugurado la primera iniciativa conocida en la jerga técnica como “*free flow*” (tráfico fluido). En la citada

autopista cerca de Gerona y en dirección a Francia -en principio- se han construido unos carriles centrales sin barreras (en la inauguración eran dos carriles) habilitados y fácilmente identificables a través de pavimento en el suelo con colores específicos (azul en este caso) y señalizados con carteles en el suelo de “Non Stop” y con un sistema de detección de dispositivos sensores instalados en los autos. Los automóviles dotados de un dispositivo sensor denominado VIA-T (colocado en el auto o motocicleta en el lugar correcto) pueden pasar por la autopista a una velocidad de 60 kph, de modo que, al llegar al sistema de peaje, el sistema lee el dispositivo VIA-T, la matrícula del automóvil o motocicleta y activa el cobro a la tarjeta bancaria asociada y el auto pasa sin ninguna barrera física en la autopista.

El saldo que arroja la primera semana de funcionamiento en el peaje de La Roca en la provincia de Gerona (contando solo los nuevos carriles VIA-T, capaces de leer estos dispositivos), fue de 14.000 vehículos de promedio diario que circularon por este tramo de la Autopista del Mediterráneo sin ninguna barrera física. El resto de vehículos siguen pasando por las barreras físicas por alguno de los dos procedimientos clásicos.

TECNOLOGÍAS Y TENDENCIAS HABILITADORAS DEL INTERNET DE LAS COSAS

Muchas de las tecnologías de Industria 4.0, expuestas desde el primer capítulo, han contribuido al despegue de Internet de las Cosas y a la explosión de los objetos inteligentes interconectados a lo largo de 2017 y la espectacular conectividad global que se espera se produzca con el lanzamiento comercial de las redes 5G.

Internet de las Cosas está alcanzando las cotas que estamos viendo, no sólo por las tecnologías ya mencionadas, sino sobre todo por las siguientes disrupciones tecnológicas:

1. Despliegue del protocolo de comunicaciones de Internet, **IPv6**;
2. Redes de comunicaciones **4G** y sobre todo la esperada **5G** (despliegue comercial previsto en 2020);
3. Comercialización de las tarjetas **e-SIM** para teléfonos inteligentes y dispositivos (aunque en este caso y dado que la comercialización se esperaba para el año 2017, está todavía por ver si el impacto esperado se produce en una realidad positiva en Internet de las Cosas).

Otra tendencia que ha impactado en el Internet de las Cosas ha sido el abaratamiento de los sensores producido en los últimos años, y especialmente de los dispositivos RFID y NFC, además de la incorporación de tecnologías Bluetooth a todo tipo de sensores y dispositivos móviles.

Las tecnologías más utilizadas en Internet de las cosas son: *RFID*, *NFC*, códigos *QR* y *BiDi*, sensores inalámbricos (*Zigbee*) junto con las redes inalámbricas *Bluetooth* y *WiFi*. Hasta ahora las tecnologías *RFID* son las que mayor impacto están teniendo en el despliegue del Internet de las cosas. Otro de los grandes avances y que ha supuesto un gran impulso para la Internet de las cosas, ha sido la implantación y desarrollo del protocolo *IPv6*, ya que el clásico protocolo *IPv4* constituye un auténtico cuello de botella en el crecimiento de Internet.

IPV6: EL DESARROLLO DE LA INTERNET DE LAS COSAS

A través de Internet, las computadoras y equipos se conectan entre sí mediante sus respectivas direcciones IP. Bajo la versión *IPv4* utilizada hasta hace poco tiempo, sólo hay cabida para unos 4.300 millones de direcciones y esto ha constituido un cuello de botella práctico para ampliar el número de direcciones de Internet. Teniendo en cuenta que casi un tercio de la población mundial está conectada (aproximadamente 2.400 millones de personas en 2013), no queda mucho margen para seguir conectando todos los objetos del Internet de las cosas. Este cuello de botella en nuestras infraestructuras tiene solución en el último despliegue del protocolo (*IPv6*), que permitirá alojar centenas o miles de millones de direcciones IP. Es decir: “más que suficiente para todo lo que hay en el planeta”. Sin embargo, todo dependerá de lo rápido que se adopte el *IPv6*. Por lo pronto, el 8 de junio de 2011 Google, Facebook y Yahoo, entre otros, comenzaron a ofrecer su contenido sobre *IPv6* durante un simulacro de veinticuatro horas. Hoy día, cada vez es más utilizado el protocolo *IPv6*.

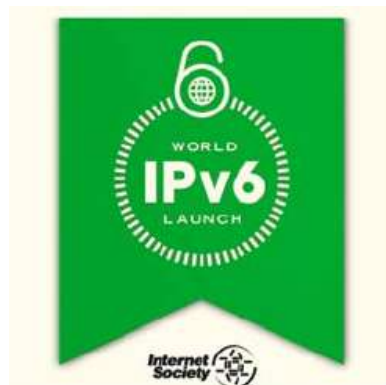


Figura 6.2a. Logo de *IPv6*, Internet Society.

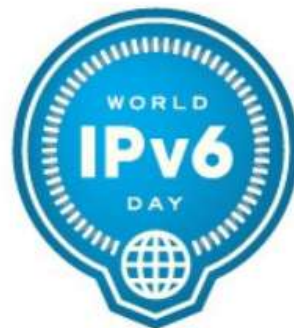


Figura 6.2b. Logo de *IPv6*, Día Mundial de *IPv6* (8 junio 2011).

ARQUITECTURA DE INTERNET DE LAS COSAS

El Internet de las Cosas, como todos los servicios de tecnologías de la información y las comunicaciones, consta de una serie de capas o componentes que configuran su arquitectura y que, a su vez, constan de una serie de tecnologías, servicios y protocolos. Las capas del Internet de las cosas son cuatro, y una más es la plataforma de presentación de servicios para visualización de resultados:

1. Recolección (ingesta) de datos.
2. Transmisión de datos (redes de comunicaciones): conectividad.
3. Almacenamiento de datos en centros de datos -normalmente en la nube-.
4. Análítica de datos.
5. Presentación y visualización de resultados (plataforma de provisión de servicios)



Figura 6.3. Arquitectura de Internet de las cosas

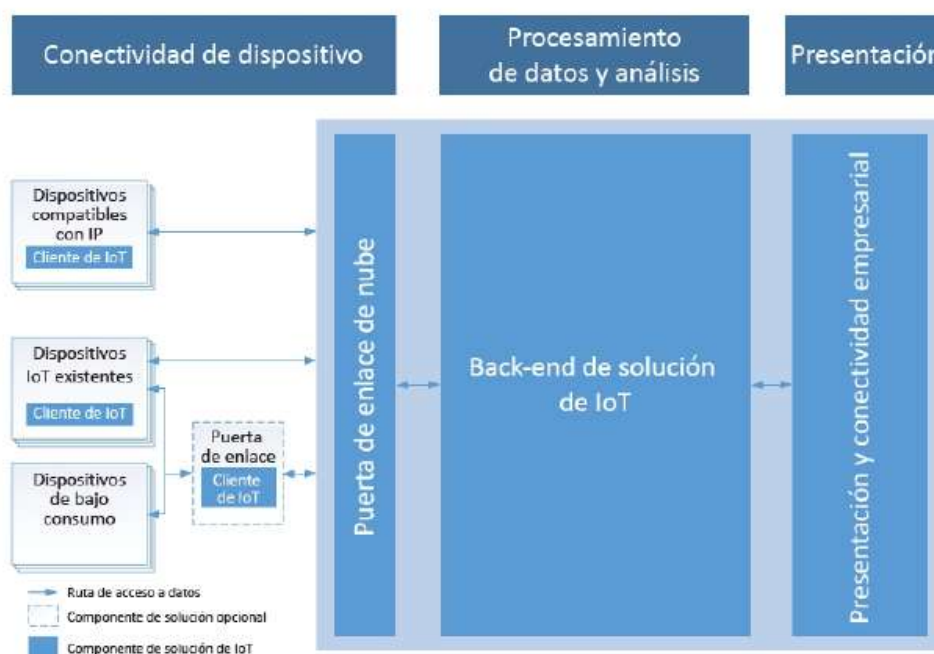


Figura 6.4. Capas de la arquitectura de Internet de las cosas

Fuente: Microsoft. [en línea] <https://docs.microsoft.com/es-es/azure/iot-hub/iot-hub-what-is-azure-iot>

DETECCIÓN Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Los datos de los objetos inteligentes proceden de numerosos dispositivos esencialmente sensores, actuadores y restantes dispositivos de lectura de datos —tales como chips RFID y NFC, QR o iBeacons— y naturalmente dispositivos celulares (móviles) como teléfonos inteligentes o tabletas. Todos estos dispositivos son las interfaces con el mundo físico y realizan la recolección o captura de los datos.

Los **sensores** son dispositivos físicos que se conectan con el entorno y que detectan o miden una magnitud física y devuelven un valor de la misma normalmente en forma de un valor digital. Esta conexión puede ser de entrada o de salida; un sensor de entrada puede medir una variable de manera análoga, o un valor discreto (temperatura, humedad, etc.); por otra parte, se pueden utilizar sensores que miden una variable dicotómica del tipo sí/no (se detectó humedad sí/no, alta temperatura sí/no, etc.).

Los **actuadores** son dispositivos que accionan ante una solicitud para controlar el estado de una variable y normalmente son del tipo sí/no. Un ejemplo simple es un termostato, que cuando detecta que se elevó o disminuyó la temperatura, entonces se enciende el sistema de aire acondicionado (climatizador) y mantiene el estado de la variable en un valor prefijado.

Otro de los dispositivos inteligentes son los **teléfonos inteligentes** que vienen ya equipados con un conjunto grande de sensores y actuadores: cámara, micrófono, acelerómetro, detector GPS, indicador de temperatura, presión, posición, velocidad, presencia, biométricos... La reducción creciente de los sensores a tamaños de micra o “motas de polvo” hace que hoy día los teléfonos inteligentes pueden tener decenas de sensores. Los teléfonos inteligentes son dispositivos inteligentes que a modo de sensores pueden recopilar gran cantidad de información: desde la posición geográfica hasta datos de clima. Merced al gran número de aplicaciones móviles, los sensores pueden realizar las más variadas actividades.

Los sensores unidos a los receptores GPS de posicionamiento pueden detectar presencia o proximidad de objeto en un lugar determinado, y velocidad y desplazamiento que permiten detectar la posición exacta del usuario del teléfono inteligente. Los tres grandes tipos de sensores para medir la posición de personas son: *acelerómetros* (detectan y miden movimiento), *magnetómetros* (miden el campo magnético terrestre y funcionan como una brújula) y *giróscopos* (miden el ángulo y giro de un objeto en el espacio).

Los sensores de presencia o movimiento basados en diferentes tecnologías se usan también para detectar la presencia de personas (un caso común es el encendido/apagado de las luces en los edificios inteligentes, que se prenden o apagan cuando se detecta la presencia de una persona en un pasillo, una habitación, etc.). Otro ejemplo muy utilizado es la detección de plazas

libres/ocupadas en aparcamientos, parqueaderos o estacionamientos que mediante los sensores adecuados pueden conducir a los conductores a las plazas libres con la activación de aplicaciones móviles.

TRANSMISIÓN DE DATOS (REDES DE COMUNICACIÓN): CONECTIVIDAD

Los datos obtenidos por todos los sensores y otros dispositivos se han de enviar a los almacenes y bases de datos (repositorios de datos) —que pueden estar centralizados o distribuidos— para su análisis y posterior toma de decisiones. En esta capa se necesitan redes de comunicaciones para que puedan enviar la información capturada.

Los dispositivos conectados más antiguos realizaban sus conexiones a través de redes M2M (máquina a máquina) y normalmente se hacían a través de infraestructuras cableadas. Luego se dieron las primeras comunicaciones por satélite y otras redes de comunicaciones que poco a poco iban apareciendo. En la actualidad las tecnologías de redes de comunicaciones se agrupan en diferentes categorías en función de si son redes alámbricas o inalámbricas: WAN, MAN, LAN, PAN.

El Internet de las Cosas ha comenzado su gran expansión desde la aparición de los estándares de las redes inalámbricas, tanto móviles como WiFi, y en especial el despliegue de las redes 4G-LTE. La implantación hace unos años del nuevo protocolo de comunicaciones IPv6 —que va sustituyendo gradualmente al clásico estándar IPv4— ha permitido la conexión a Internet de miles de millones de objetos inteligentes y prácticamente permitirá la conexión a la Red de cualquier objeto físico que exista en el mundo. La creciente implantación del protocolo IPv6 facilitará la creación de una red global y ubicua con miles de millones de objetos conectados entre sí a través del actual y el futuro IoT.

Otra innovación tecnológica que está ampliando la futura expansión de Internet de las cosas es el próximo despliegue de las redes ultrarrápidas 5G, que ya comienzan a presentarse en iniciativas pioneras —y cuya expansión comercial se producirá a lo largo del 2020—, serán decisivas para la *hiperconectividad* de los objetos inteligentes y la conectividad total y el mundo ubicuo que nos traerá el Internet de las cosas.

REDES DE COMUNICACIONES Y PROTOCOLOS ESTÁNDARES

Los estándares de comunicaciones han ido aumentando las velocidades de las redes y, en consecuencia, han ido transmitiendo grandes cantidades de datos en tiempos mínimos. Las conexiones entre los objetos requieren consumos energéticos que dependerán de las aplicaciones utilizadas. La gran ventaja existente para la comunicación de los objetos es que la mayoría de los sensores se pueden conectar con bajo consumo y eso está facilitando su conectividad y su

llegada a una gran infinidad de lugares a lo largo del mundo. El aumento de la velocidad de transmisión permitirá que todas las aplicaciones *pesadas* podrán descargarse en tiempos ínfimos, así como las videocámaras en edificios, medios de transporte, etc., podrán comunicarse a velocidad prácticamente en tiempo real.

En la Figura 6.5 se visualiza una excelente infografía del Dr. Rajiv Desai extraída del excelente artículo *Internet of Things*, que publicó en su blog educacional, el 19 de julio 2016. En este enciclopédico artículo se describen todas las redes de comunicaciones utilizadas en la red de Internet de las cosas, tales como PAN, LAN, MAN, WAN, las redes celulares móviles 3G, 4G LTE (no se contempla 5G, ya que solo considera todas aquellas redes con despliegues comerciales actuales) y las tecnologías inalámbricas más populares como NFC, RFID, Zigbee, etc.

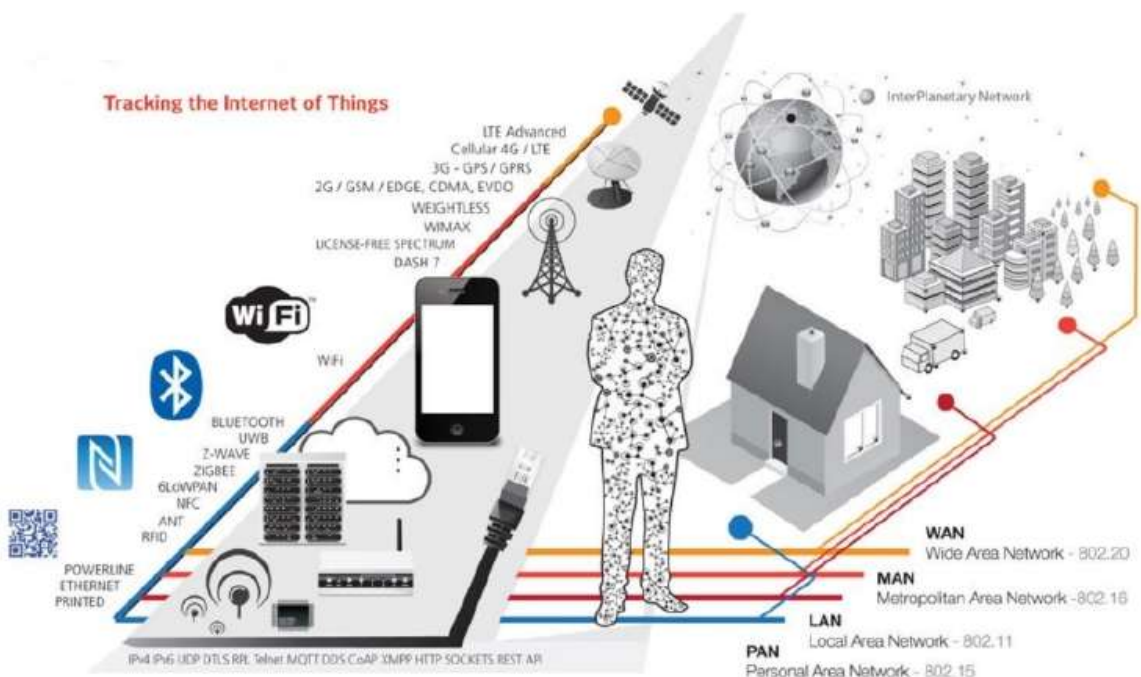


Figura 6.5. Redes de Comunicaciones (Internet de las cosas)

Fuente: Dr. Rajiv Desai (An Educational Blog: Internet of Things (IoT), 19 de julio, 2016). <http://drrajivdesaimd.com/2016/07/19/internet-of-things-iot/>

Las redes **WAN** (*Wide Area Network*) son aquellas que permiten la comunicación inalámbrica de dispositivos interconectados a escala mundial, conocidos como tecnologías celulares o móviles. Las más extendidas en la actualidad para dispositivos móviles inteligentes (teléfonos, tabletas, computadores portátiles “laptops” ...) son las redes estándares 3G y 4G-LTE, y para finales de la década se espera el despliegue comercial de las redes 5G (véase capítulo 2 y anexo A) que permitirá velocidades de descarga de datos muy superiores a las que existen actualmente.

Las redes **LAN** (*Local Area Network*) y **PAN** (*Personal Area Network*) agrupan en estas categorías las omnipresentes redes WiFi, así como los estándares muy arraigados como Bluetooth, RFID, NFC y los sensores ZigBee, que aportan las grandes ventajas del bajo consumo que suele ser la característica más destacada de los sensores más populares tanto en dispositivos de hogar, ciudad, industria, etc., como en los sensores que hoy vienen incorporadas en cantidad, potencia y calidad en los teléfonos inteligentes (*smartphones*).

LA RED LPWA (LA RED ESTÁNDAR ADAPTADA AL INTERNET DE LAS COSAS)

La aparición de nuevos tipos de sensores biométricos, medidores inteligentes, ... ha derivado en la necesidad de nuevas redes y estándares de bajo consumo, gran alcance, componentes económicos y anchos de banda restringidos para adaptarse a los nuevos dispositivos que integren estos sensores. La nueva red de comunicaciones es LPWA (Low Power Wide Area, baja potencia de área amplia) [‘Iniciativa de IoT Móvil’ de la GSMA], cuyas primeras pruebas se realizaron en 2016 y gracias al estándar **NB-IoT** (Internet de las Cosas de Banda Estrecha) que soporta a la red LPWA, se podrán conectar millones de objetos cada día, haciendo realidad la Internet de las Cosas (IoT). NB-IoT será una de las tecnologías diseñada para baja velocidad, pero de largo alcance, ambos aspectos claves para las redes IoT y de baja potencia. Los dispositivos, tipo sensores y equipos industriales, están diseñados para operar en entornos aislados, sin necesidad de servicios. Se estima que en 2020 habrá casi 1.500 millones de ellos conectados a estas redes LPWA y están previstas para desplegar aplicaciones IoT en sectores como *el energético, el transporte y las Smart Cities*, las cuales se beneficiarán de la facilidad en la integración de sistemas inalámbricos con módulos conectados a la nube, reducción de costos y consumo de los dispositivos, así como llegada de enlaces de conectividad fiable en lugares con problemas de cobertura, como interiores de edificios, estacionamientos y áreas rurales.

NB-IoT¹² fue presentada por la operadora Vodafone en septiembre de 2016 en Madrid, y sus características relevantes presentadas en la rueda de prensa «Mejora aspectos de la tecnología actual en cuanto a consumo de batería, costo de los dispositivos, cobertura y localización, barreras que en el pasado eran consideradas por los fabricantes a la hora de decidir si incluían o no conectividad en un producto. Además, NB-IoT también ofrece a las empresas los requisitos de confiabilidad y seguridad que necesitan para operar en el espectro que demanda licencias con niveles de seguridad similares a 4G».

CONEXIÓN CON LA NUBE (O CENTRO DE DATOS PROPIO)

Los sensores de baja capacidad energética (bajo consumo) se conectan a la nube a través de una pasarela o puerta de enlace (*gateway*) (cliente IoT como lo

denomina Microsoft) de mayor capacidad, que a su vez se comunica directamente con la nube (o el centro de datos específico de la organización o empresa).

En el caso de dispositivos compatibles con IP o los propios dispositivos IoT existentes —como los teléfonos inteligentes o tabletas— se conectan directamente a la nube. Este caso es el utilizado por los numerosos sensores de posicionamiento, velocidad, biométricos, etc., que se integran en los teléfonos inteligentes.

ALMACENAMIENTO EN LA NUBE (CENTRO DE DATOS)

Después de que los datos de los sensores y dispositivos lectores han sido capturados y enviados a través de las redes de comunicación a los almacenes de datos en la nube (o centros de datos específicos de la organización o empresa), es preciso su organización y almacenamiento adecuado en las bases de datos relacionales o de *Big Data* (como NoSQL, en memoria...) para su posterior procesamiento y análisis de los datos con las herramientas adecuadas. En esta fase se deberán realizar las tareas de conversión de los datos en bruto, en datos limpios y de calidad, operación tradicional de los almacenes de datos (*data warehouses*) y de las nuevas bases de datos con cualquier tipo de estructura...

Es necesario tener presente que el proveedor de servicios de la nube proporcionará los servicios de integridad, accesibilidad y disponibilidad asegurando los datos ante cualquier incidencia que se pueda producir, tanto interna como externa, al centro de datos de la nube. Asimismo, el proveedor de la nube, como se comentó en el capítulo 5, debe garantizar que los datos sólo serán visibles para las personas debidamente autorizadas, y que han de estar protegidos ante cualquier ataque cibernético, sin duda uno de los grandes peligros que hoy sufren las instalaciones de la nube y por ende el Internet de las cosas. En este sentido, se deberá tener presente la correcta elección de los servicios de la nube, pública, privada o híbrida por parte de las organizaciones responsables de los datos capturados durante la primera fase.

ANALÍTICA DE DATOS

Una vez que los datos han sido almacenados y organizados en las bases de datos, bien relacionales o específicas de *big data*, es preciso procesarlos mediante tecnologías y herramientas de analítica de big data. Las técnicas más adecuadas giran en torno a la minería de datos, el aprendizaje automático (*machine learning*) y el aprendizaje profundo (*deep learning*), temas descritos en el capítulo de Big Data y que ampliaremos en el capítulo de inteligencia artificial.

PRESENTACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS (PLATAFORMA DE PROVISIÓN DE SERVICIOS)

Una vez que los datos han sido procesados, deberán presentarse los resultados con el propósito de poder tomar las decisiones adecuadas, en el caso de IoT, preferentemente en tiempo real. En esta fase se necesitan herramientas de visualización lo más adecuadas posibles al sistema de IoT y normalmente se recurre a una plataforma que ofrezca los servicios oportunos de presentación de resultados.

El nivel de presentación y conectividad empresarial permite a los usuarios finales interactuar con la solución de IoT y con los dispositivos, para ver y analizar los datos recopilados desde sus dispositivos. Estas vistas pueden adoptar la forma de paneles o informes de BI (*business intelligence*, inteligencia de negocios) que pueden mostrar tanto datos históricos como datos prácticamente en tiempo real, ya sea mediante histogramas, infografías, diagramas, hologramas, etcétera.

INTERNET DE TODO Y LAS CUATRO FUENTES DE GENERACIÓN DE DATOS

Cisco dio un paso adelante al concepto de Internet de las Cosas y en 2012¹³ se adelantó y lanzó su concepto de Internet de Todo, el cual ha tenido gran aceptación y que refleja la realidad actual y futura —y para ello dio su propia definición: «IoT [Internet of Everything] asocia juntos a las personas, procesos, datos y cosas para hacer las conexiones en red más relevantes y valiosas que nunca antes— convirtiendo la información en acciones que crean nuevas capacidades, experiencias más ricas y oportunidades económicas sin precedentes para negocios, empresas, personas y países». Para entender mejor esta definición, Cisco explica detenidamente sus reflexiones sobre cuatro componentes:

- Personas
- Datos
- Cosas
- Procesos

Cisco prevé que en 2020 habrá más de 50.000 millones de dispositivos en todo el mundo conectados a través del Internet de Todo. Considera que “esta tecnología creará una increíble cantidad de datos y posibilidades de innovación que revolucionarán el panorama laboral”. Cisco planteó desde el principio que la conexión de personas, datos, procesos y cosas constituirán una enorme red de redes de miles de millones de objetos inteligentes conectados entre sí.

PERSONAS

La mayoría se conectan hoy día a Internet, 3.000 millones en 2015, 5.000 millones para 2020, a través de dispositivos móviles y fijos, y redes sociales. Gartner y Cisco consideran que las personas se convertirán en nodos de Internet con información estática y un sistema de emisión de información constante. A medida que evoluciona la Internet de las cosas nos conectamos de nuevas y valiosas maneras como a través de los dispositivos *wearables* o los asistentes virtuales en cualquier tipo de dispositivos.

DATOS.

Información generada por las personas y las cosas. Actualmente los dispositivos capturan información y la envían por Internet a una fuente central donde es analizada y procesada. Los datos pueden estar centralizados o distribuidos. Cisco considera que con la IoE más que reportar datos duros (“en bruto”) se enviará información relevante a las máquinas, computadores y personas, para evaluación y toma de decisiones de una forma más rápida e inteligente. Estos datos con el análisis correcto entregan información útil a las personas y las máquinas. Se toman mejores decisiones y se obtienen mejores resultados

COSAS

Todo tipo de objetos físicos, sensores, dispositivos o elementos de la empresa que están conectados a Internet y, a su vez, entre ellos. Los dispositivos están detectando y recolectando más datos, llegando a ser “conscientes” del contexto proporcionando más información experiencial tanto a las personas como a las máquinas

PROCESOS

Los procesos ocurren entre todos los pilares de la internet de las cosas. Con los procesos correctos, las conexiones se hacen más valiosas y proporcionan la información correcta, entregado a la persona adecuada, en el momento oportuno y de la manera más relevante.

En octubre de 2014 Cisco anunció el lanzamiento del primer curso global para el Internet de Todo a través de su Cisco Networking Academy, “Introducción al Internet de todo” y era el primero de una serie de cursos sobre IoE dirigido a cualquier persona que quiera aprovechar las oportunidades que brinda la interconexión de sus cuatro pilares fundamentales (personas, procesos, datos y cosas). Coincidiendo con esa presentación anunció sus previsiones de que IoT

podrá generar hasta 19 billones de dólares en valor económico para la industria de los sectores público y privado en todo el mundo para el año 2022.

COSAS (OBJETOS): LAS TECNOLOGÍAS DE LOS DISPOSITIVOS CONECTADOS

Las cosas del Internet de las Cosas crecen mediante las tecnologías adecuadas. IoT está creando una explosión en la diversidad de dispositivos conectados a Internet. El Internet de las Cosas está rodeada de pequeñas redes y nuevas tecnologías que tiene una única finalidad: conectar el máximo de objetos que nos rodean, tanto entre ellos y con los usuarios.

IoT está presente en el hogar –electrodomésticos, servicios o pequeños *gadgets* tales como bombillas que ya están conectando a Internet–, en las ciudades inteligentes, objetos conectados de las empresas y la industria.

En el caso de las ciudades inteligentes, el IoT se aprovecha para medir ciertos parámetros externos (temperatura, energía, actividad, luz, humedad, errores...) en forma automática y sin la interacción del ser humano. Todos estos datos viajan a un centro de procesamiento de datos donde se tomarán las decisiones adecuadas en tiempo real. Son muchas las ciudades que están implementando redes de sensores en multitud de puntos, como alarmas, semáforos, alcantarillas, vehículos, alumbrado..., hasta mejoras de interés como la cuantificación de los peatones que pasan por un determinado cruce de vías para optimizar automáticamente el tráfico en esa zona geográfica.

Muchos de los objetos con los que estamos familiarizados están aumentando en conectividad y en potencia de computación, y también están apareciendo nuevas categorías de dispositivos que sólo pueden existir como resultado de una red inteligente. Los sensores y actuadores son algunos de esos dispositivos que están creando nuevas posibilidades para enlazar información y acciones entre el mundo físico y el mundo digital. La única consideración importante a considerar es el tener gran precaución en el uso de la energía y potencia de cómputo. Así, será preciso considerar:

- Los diferentes tipos de dispositivos de IoT y la tecnología que contienen.
- El modo en que los sensores y actuadores conectan los mundos físicos y digitales.
- El reto que supone la potenciación de los dispositivos IoT y cómo configurarán las tecnologías.

y tener presente los siguientes temas fundamentales o nucleares:

- Las tecnologías de hardware y software de soporte; los dispositivos especializados embebidos –los dispositivos clave del internet de las cosas– difieren en su uso y tecnologías de los computadores multipropósito.
- El modo en que los objetos sin potencia de cómputo incorporada pueden, sin embargo, tener una presencia en Internet.
- El modo en que los sensores pueden recolectar datos del mundo físico.
- También en el caso de los actuadores, cómo se pueden utilizar éstos para traducir órdenes digitales en acciones del mundo real.

TIPOS DE DISPOSITIVOS CONECTADOS

Los dispositivos conectados toman diferentes formas y son, normalmente, los siguientes¹⁴:

- Computadores multipropósito.
- Dispositivos embebidos especializados.
- Sensores conectados.
- Objetos pasivos rastreables.

La mayoría de los sistemas se compondrán de múltiples tipos. Por ejemplo, Rowland (2015) considera que un sistema doméstico conectado (casa conectada) puede tener:

- Una interfaz de control en un teléfono inteligente (computador multipropósito).
- Controlador de calefacción, ventilación, aire acondicionado, control remoto de cerradura de puertas, controladores ciegos (dispositivos embebidos especializados).
- Sensores de seguridad tales como sensores de movimiento y sensores de contacto (sensores conectados).

COMPUTADORES MULTIPROPÓSITO

Los computadores multipropósito son computadores muy potentes diseñados para realizar una amplia variedad de tareas de computación. Éstos abarcan una gran variedad de dispositivos: desde computadores PC, pasando por teléfonos

inteligentes, tabletas, aparatos de TV conectados, relojes inteligentes, hasta consolas de juegos.

Estos computadores tienen numerosas capacidades de interacción como; pantallas de video, audio, entradas táctiles, teclados, ratones (*mouses*), interfaces de voz y de gestos (gestuales), etc. Contienen potentes microprocesadores con chips de memoria e interfaces de periféricos, tales como redes de computación y pertenecen a diferentes categorías de dispositivos de IoT que se usan para manejar interacciones de usuario para los servicios de IoT.

Los computadores multipropósito se pueden clasificar en:

- Dispositivos embebidos
 - *Hardware* embebido
 - *Software* embebido
- Sensores conectados

Objetos pasivos rastreables (RFID, NFC, QR...)

CONECTIVIDAD DE LA RED

La conectividad de la Red es la base de la IoT. Los objetos conectados deben desempeñar un rol para sacar rédito a su ubicuidad y poder ser considerados como objetos inteligentes; para ello son necesarios tres pilares:

- *Componentes computacionales* que permitan procesar información, por ejemplo, microcontroladores.
- *Sensores* que permiten obtener información física del entorno y convertirla en información procesable digitalmente: luminosidad, movimiento, temperatura.
- *Actuadores* que son dispositivos electrónicos que permiten modificar o generar un efecto sobre la física del entorno, por ejemplo, motores, altavoces.

A continuación, se hace una descripción más precisa de los tres componentes.

- **Controlador.** Sistema computacional que permitan procesar información. Es un dispositivo que proporciona inteligencia de aplicaciones a Internet. Son los dispositivos que gestionan el sistema según la programación y la información que reciben. Puede haber un solo controlador o varios distribuidos por el sistema.
- **Sensor.** Permite obtener información física del entorno y convertirla en información procesable digitalmente; por ejemplo: luminosidad, movimiento, temperatura... Se utiliza para detectar los valores

físicos y publicarlos junto con los metadatos en Internet de diversas maneras. Es un dispositivo que monitoriza el entorno captando información que transmite al sistema (sensores de agua, humo, temperatura, viento, humedad, lluvia, iluminación, etc.) (Waher 2015:11).

- **Actuador.** Dispositivos electrónicos que permiten modificar o generar un efecto sobre la física del entorno; ejemplo: motores, altavoces, ... Ejecuta acciones en el mundo físico basado en órdenes que recibe desde Internet. Es un dispositivo capaz de ejecutar y/o recibir una orden del controlador, y realiza una acción sobre un aparato o sistema (encendido/apagado, subida/bajada, apertura/cierre...).

Los sensores y actuadores son los dispositivos que enlazan Internet con el mundo físico. Los sensores convierten lecturas de energía del entorno físico en valores numéricos que pueden ser transmitidos digitalmente. Los actuadores convierten instrucciones digitales en acciones mecánicas.

SENSORES

Un **sensor** es un dispositivo que mide fenómenos del mundo físico. Puede detectar magnitudes físicas o químicas, variables de instrumentación y transformarlas en variables eléctricas. Estos fenómenos pueden ser cosas tales como luz, humo, vapor de agua, humedad, fuerza, torsión, movimiento, etc. También pueden ser cosas que se sienten como la temperatura, electricidad, agua, viento, etc. Los seres humanos tenemos sentidos que actúan como sensores, permitiendo experimentar sobre el mundo a nuestro alrededor. Sin embargo, hay algunas cosas que los sensores no pueden ver o sentir, como la radiación, ondas de radio, voltaje y amperaje. Tras la medición de estos fenómenos, es el trabajo de los sensores para transmitir una medición en forma de una representación de voltaje o número.

Un sensor es un tipo de dispositivo que debe estar conectado a una red de datos. Es un objeto (cosa) que se puede utilizar para medir una propiedad física y convertir esa información en una señal eléctrica y óptica. Ejemplos de sensores son todos aquellos que pueden detectar el calor, el peso, el movimiento, la presión y la humedad. Una cámara (una luz se convierte en señal eléctrica), micrófono (un sonido convertido en señal eléctrica).

Los sensores son los dispositivos capaces de detectar magnitudes variables tanto físicas como químicas y transformarlas en variables eléctricas. Según lo que detectan existen diferentes sensores.

Los que detectan niveles químicos, tales como monóxido y dióxido de carbono, oxígeno, metano, hidrógeno, amoníaco y sulfuro. También pueden detectar la

presión, las concentraciones de polvo, el ruido, el desplazamiento de las grietas, temperatura, humedad, luminosidad, niveles y caudales de líquidos, de agua. Los sensores también miden los tiempos de inactividad, el uso de combustible, cargas y fallas del motor. Pueden detectar la humedad del suelo, de las hojas, diámetro del tallo de una flor, la radiación solar, la presión atmosférica, etcétera.

Los sensores son dispositivos de entrada que se encargan de recolectar (capturar) la información necesaria del medio en el que se encuentra, estando constantemente en contacto con éste. Cuando ocurre un evento o suceso en el medio, dependiendo del tipo de sensor, éste envía una señal con la información capturada al controlador. Un ejemplo de este caso son los sensores de movimiento que capturan el cambio en el entorno y envían la señal al controlador.

Existen muchos tipos, normalmente son dispositivos de bajo costo diseñados para un único propósito y con una capacidad limitada de procesamiento. La mayoría de los sensores son componentes discretos, aunque hay algunos que tiene partes más complejas, pero se pueden tratar también como componentes independientes.

Los sensores pueden ser analógicos o digitales y normalmente se diseñan para medir sólo una cosa o concepto, aunque cada vez más se diseñan un número creciente de módulos de sensores para medir un conjunto de fenómenos relacionados.

Un sensor se refiere a un dispositivo que proporciona una respuesta (normalmente mediante la generación de una señal eléctrica) frente a estímulos o señales físicas o químicas.

Son dispositivos que reciben entradas del mundo físico (p. e., movimiento, luz, aire, calidad, contacto, posición, proximidad, humedad, temperatura, orientación...). Ellos detectan la presencia de energía o cambios en la energía y la cuantifican produciendo un valor numérico. Por ejemplo, un termómetro digital normalmente convierte energía calor a un voltaje y, a continuación, cuantifica dicho voltaje como una lectura de energía; de modo similar, un fotosensor puede convertir energía de luz en un voltaje y a continuación presenta una lectura numérica.

Los sensores pueden ser activos o pasivos. Los sensores activos inyectan energía en el entorno (medio ambiente) para detectar cambios de algún tipo. Los sensores pasivos detectan energía que ya está allí. Los sistemas de detección de movimiento de los almacenes utilizan haces de luz brillante a través de *fotosensores* en una habitación cuando algo rompe el haz (por ejemplo, un ladrón), entonces el sensor mide la pérdida de luz.

Los detectores de movimiento utilizados en las alarmas de seguridad de una casa tienden a ser sensores infrarrojos pasivos: las personas radian energía de infrarrojos con una longitud de onda de 9 a 10 micrómetros, de modo que los

sensores de alarma están sintonizados para responder a cambios rápidos de esta longitud de onda que indican que una persona se está moviendo a su alrededor.

Algunos miden la presencia de sustancias químicas. Un sensor de calidad del aire puede medir compuestos orgánicos volátiles nocivos tales como el benceno del escape de los automóviles mediante la detección de cambios en la conductividad causado por los productos químicos que reaccionan con la superficie del sensor.

Los sensores de posición son muy utilizados en aplicaciones de dispositivos móviles. Un receptor de GPS (sistema de posicionamiento global) calcula su posición por la transmisión en el tiempo recibidas de los satélites GPS. Las pequeñas brújulas que se encuentran en los dispositivos móviles (teléfonos y tabletas) utilizan sensores de campo magnético para indicar la dirección en que se encuentra el norte. Balizas con *Bluetooth* se pueden utilizar para facilitar la detección en interiores basada en la proximidad y en la intensidad de la señal de dichas balizas.

Un dispositivo sensor está enfocado a detectar todo tipo de magnitud física, de la cual se desea tener un reporte de su comportamiento para poder controlarla, como el agua, humo, gas, temperatura.

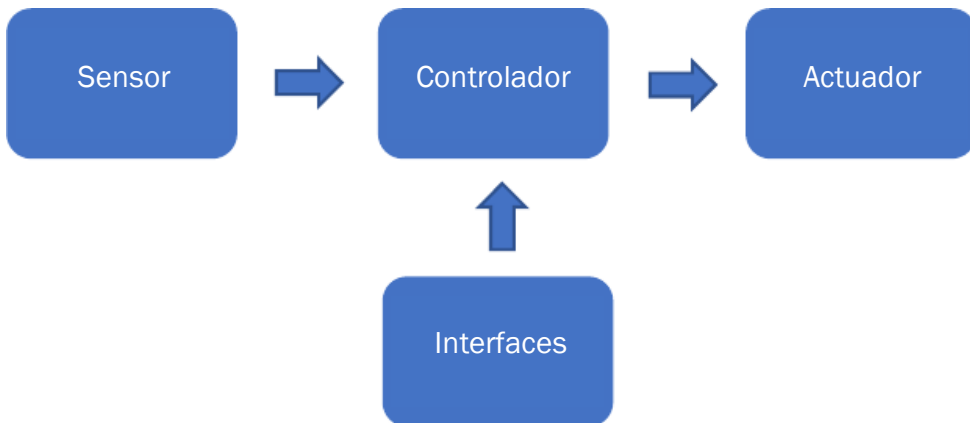


Figura 6.5 Sistema de control: sensores, interfaces, controladores y actuadores.

Los acelerómetros miden la aceleración basada en vibración. Se utilizan mucho en teléfonos y tabletas para detectar la orientación de la pantalla y presentar la interfaz de usuario en modo horizontal o vertical. Algunos sistemas de alarma de reloj usan acelerómetros para identificar la hora seleccionada para despertar al usuario. El reloj se coloca sobre el colchón¹⁵ y detecta diferencias en el movimiento de la cama durante las diferentes fases del sueño, lo que evita despertarse durante el sueño ligero.

Los giróscopos miden la aceleración angular (rotación alrededor de un eje) y se emplean para medir el movimiento con mayor precisión que un acelerómetro.

El uso de sensores está creciendo en cifras considerables no sólo en dispositivos embebidos en red, sino sobre todo en dispositivos móviles. Existen muchas aplicaciones (como seguimiento de actividades deportivas, de salud, físicas, etc.) que antes requerían un sensor independiente, pero ahora vienen incorporados en teléfonos inteligentes. Sin embargo, un sensor dedicado (como un rastreador portátil) puede ser más exacto o mejor ajustado en el contexto de su uso (p. e., un teléfono transportado en un bolso de mano se mueve de modo distinto a si se lleva en el bolsillo del pantalón).

SENSORES

Toman información en bruto que lee un dispositivo. Pueden medir temperatura, presencia, viento, campos magnéticos, flujos líquidos, calidad del aire, propiedades de los líquidos, vibraciones, posiciones geográficas, altitud, presión, etcétera.

Los sensores son los componentes que proporcionan información al dispositivo y que localizan elementos en su entorno.

CONTROLADORES

Un controlador puede incluir una interfaz gráfica de usuario (GUI); se utiliza para cambiar la configuración del sensor, ya sea en forma local o remota. Por ejemplo, un sensor de movimiento puede ser calibrado para detectar el movimiento de las personas, pero no de animales. Otro ejemplo es un sistema domótico centralizado, donde el controlador es el “cerebro” del sistema, encargado de recolectar la información que proveen los sensores que se encuentran en la vivienda, y la procesa y envía una respuesta en forma de órdenes a los actuadores. Éstos normalmente poseen interfaces de usuario que le proveen información sobre el estado del sistema, además de permitirle programar sus componentes.

Son dispositivos que gestionan el sistema (domótico) dependiendo de los requerimientos recibidos o ya establecidos; éstos pueden ser uno o varios que están a disposición del usuario; suelen tener pantalla, teclado (lo que hace el sistema muy amigable para su uso en cuanto al control de aire acondicionado, iluminación, electrodomésticos, etc.). Una vez recolectada esta información, se la envía al actuador.

ACTUADORES

Proporcionan los medios para que un sistema digital actúe en el entorno. Son las salidas del dispositivo: los motores, las luces, etc. Los actuadores permiten que nuestro dispositivo realice alguna tarea en su entorno. Convierte energía eléctrica en energía mecánica, produciendo movimientos en el mundo real. Los actuadores

pueden controlar un motor o, simplemente, convertir algún dispositivo en encendido (prendido) o apagado.

Es un dispositivo que se implementa dentro del IoT. Es capaz de transformar energía en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado. Por ejemplo, un motor básico que se puede utilizar para mover o controlar un mecanismo o sistema basado en un conjunto específico de instrucciones.

Asimismo, es un dispositivo de salida que recibe una orden del controlador y ambos efectúan acciones para modificar el estado de un equipo (calefacción, iluminación, sonido, etc.). En ciertas ocasiones un actuador puede estar integrado con un sensor. Este dispositivo se encarga de ejecutar la acción requerida por el controlador y así proceder a realizarla, ya sea el encendido y apagado de las luces, electrodomésticos, abrir o cerrar persianas. Ejemplos de actuadores son: ventiladores de techos, motores de ventanas de sombra, máquinas de burbujas.

Unos de los actuadores más sencillo y útiles es la luz porque es fácil crearla electrónicamente y genera una salida. Los diodos emisores de luz (LED) se suelen vender en rojo y en verde, pero también existen en otros colores. Otros dispositivos visuales más complicados son pantallas LCD, pantallas de texto o de gráficos.

Otros actuadores pueden ser los *piezoelementos*, que además de utilizarlos para responder a una vibración, se pueden usar para crearla. Se puede emplear un *piezo-vibrador* para generar sonidos sencillos y música, y para enviar la señal a unos altavoces y crear sonidos sintetizados más complejos.

Controlador. Dispositivo que proporciona inteligencia de aplicaciones a Internet. Son los dispositivos que gestionan el sistema según la programación y la información que reciben. Puede haber un controlador solo o varios distribuidos por el sistema.

Actuador. Ejecuta acciones en el mundo físico basado en órdenes que recibe desde Internet. Es un dispositivo capaz de ejecutar y/o reabrir una orden del controlador y realizar una acción sobre el aparato o sistema (ejemplos: motores eléctricos, componentes hidráulicos...; encendido/apagado, subida/bajada, apertura/cierre...).

Sensor. Este componente se utiliza para detectar los valores físicos y publicarlos juntos con los metadatos en Internet de diversas maneras. Es el dispositivo que monitoriza el entorno captando información que transmite al sistema (sensores de agua, calor, presión, flujo, humo, temperatura, viento, humedad, lluvia, iluminación, presencia, GPS...) (Waher 2015: 11).

INTERNET INDUSTRIAL DE LAS COSAS (IIOT) / INTERNET INDUSTRIAL

Internet Industrial de las Cosas (IIoT, *Industrial Internet of Things*) se refiere al uso de las tecnologías IoT en los procesos industriales y de manufactura. Los sistemas ciberfísicos como ya vimos en el capítulo 1, son el soporte de Industria 4.0 y del Internet Industrial de las Cosas, son todos aquellos dispositivos que integran capacidades de procesamiento, almacenamiento y comunicaciones con el fin de poder controlar uno o varios procesos físicos. Los sistemas ciberfísicos están conectados entre sí y, a su vez, conectados a la red global gracias al paradigma de internet de las cosas.

El IIoT en su concepto inicial, está orientado a la fabricación inteligente y nació como ya se ha citado varias veces, a lo largo del libro, de la idea original de empresas alemanas y de la publicación oficial de ACATECH en 2013 del informe de Industria 4.0. La aplicación de tecnologías inteligentes es la base para nuevos desarrollos industriales y dispositivos autónomos (entre ellos los vehículos autónomos). Industria 4.0 se establece como el nuevo estándar de fabricación del futuro y con el soporte de la Internet de las Cosas emerge el nuevo paradigma de Internet Industrial de las Cosas como un conjunto de dispositivos que facilitan la conexión máquina a máquina (M2M) y la configuración de redes inalámbricas.

Internet Industrial es un concepto similar al IIoT y su concepto nació en Estados Unidos con la creación del consorcio de internet industrial (The Industrial Internet Consortium) en marzo de 2014, como una organización sin ánimo de lucro (**iiconsortium.org**) que se centra en la creación de estándares que promueven la interoperabilidad abierta y el desarrollo de arquitecturas comunes. Las empresas creadoras del consorcio fueron AT&T, Cisco, GE, IBM e Intel, a las que se han unido empresas multinacionales tales como Huawei, EMC², SAP y Schneider Electric, hasta superar más de 300 empresas como socios del consorcio.

Con independencia del término adoptado, el Internet Industrial [de las cosas] en la actualidad incorpora técnicas de inteligencia artificial (aprendizaje automático y aprendizaje profundo, unido a redes neuronales artificiales y procesamiento de lenguaje natural) así como de *big data*, aprovechando los datos de sensores, comunicación máquina a máquina (M2M) y las tecnologías de automatización que existen desde hace muchos años en configuraciones industriales.

EL INFORME DE INTERNET INDUSTRIAL DE LAS COSAS DE PWC (2016)

La consultora PriceWaterhouseCooper¹⁶ una de las *cuatro grandes* a nivel mundial, publicó un informe sobre internet industrial de las cosas en 2016 (*The Industrial Internet of Things*) de gran impacto en el sector y en la que resaltaba esencialmente que las empresas industriales, más allá de incluir la conectividad

en sus objetivos deben afrontar un cambio en los modelos operativos y de negocio. Se requieren nuevas capacidades y una cultura corporativa más abierta, proactiva y centrada en el consumidor.

Las previsiones de crecimiento del IIoT, elaboradas por la consultora Gartner – y citadas por PwC en su informe- estiman que en 2021 se venderán un millón de a la hora en todos el mundo dispositivos -con capacidad de conexión a internet- y se estima que el número de cosas conectadas a Internet ascenderá a 35.000 millones en 2020 (cifras que no concuerdan con las dadas por Cisco, 50.00, - entendemos que en función de las premisas de partida de cada estudio- pero que si nos dan una idea de lo que se espera para el IIoT en particular, y loT, en general en los próximos años)

LA SEGURIDAD EN INTERNET DE LAS COSAS

En general, los dispositivos IoT no parecen normalmente dispositivos críticos, pero pueden llegar a constituir grandes riesgos si no se utilizan en forma adecuada. Las razones de los riesgos residen en que los dispositivos conectados a Internet —ya sea en entornos domésticos, empresariales o industriales— pueden producir graves riesgos a la organización afectada. La seguridad en el Internet de las Cosas es uno de los elementos clave en el mundo de los negocios y en los sectores industriales. Las predicciones de ciberseguridad en 2017 consideran que el Internet de las Cosas, unido a las infraestructuras de la nube, serán los sistemas de tecnologías de la información y las comunicaciones más amenazados y requerirá de estrategias de ciberseguridad no sólo a nivel de empresas y organizaciones, sino también a nivel de Estados que requerirán de estrategias de ciberseguridad nacional.

SEGURIDAD DE INTERNET DE LAS COSAS: ESTADO DEL ARTE

El informe *Seguridad de Internet de las Cosas: estado del arte*, realizado por el CSIRT-CV¹⁷ de la Comunidad de Valencia, con la subvención de la Unión Europea, es uno de los estudios más fiables realizados en los últimos tiempos, por ello analizaremos sus conclusiones más sobresalientes. Este informe destaca los aspectos importantes a tener presente en la seguridad del Internet de las Cosas, los cuales se mencionan en sus recomendaciones y estrategias:

1. Conocer la situación de los numerosos dispositivos conectados y la situación futura de los millones de objetos que se conectarán en los siguientes años.
2. Evidenciar la falta de seguridad en muchos dispositivos conectados y, en consecuencia, el incremento de los factores de riesgos que afectan a la seguridad y privacidad.

3. Detallar los vectores de ataque que se pueden utilizar para comprometer la seguridad de un dispositivo conectado a Internet.
4. Conocer las medidas de protección recomendadas para los dispositivos conectados a Internet y concienciar en la necesidad de su protección para garantizar la privacidad de la información.

En el informe del CSIRT-CV se dedica una sección especial a los riesgos asociados y a la materialización de las amenazas a que están expuestos los dispositivos. En términos generales, afectan a las propiedades básicas de la seguridad de la información, tales como:

- Accesibilidad
- Integridad de la información que contiene
- Identidad del usuario que posee la información
- Disponibilidad de los datos

Algunas amenazas se pueden producir por alguna de las situaciones que se exponen a continuación, relacionadas directamente con los dispositivos del internet de las cosas:

- Posicionamiento GPS (teléfonos y dispositivos móviles inteligentes).
- Dispositivos *wearables*.
- Robo de información.
- Control y uso malintencionado de los dispositivos.
- Riesgos en los sistemas industriales SCADA.
- Riesgos de las redes WiFi de conexiones de los dispositivos.

El informe hace también un análisis exhaustivo sobre los *vectores de ataque* que son utilizados por los ciberdelincuentes, así como las brechas de seguridad que se producen, y proporciona recomendaciones para prevenciones y salvaguardas que se han de tener en cuenta para garantizar un uso seguro eficiente.

PREDICCIONES DE SEGURIDAD PARA 2017-2020 DEL INTERNET DE LAS COSAS

Así como en los últimos años se ha incrementado el uso de plataformas tecnológicas a través de la Nube y el Internet de las Cosas (IoT, por sus siglas en inglés), han crecido también las amenazas a la seguridad de empresas y usuarios que las utilizan.

El Informe *Predicciones sobre Amenazas para 2017* de McAfee Labs¹⁸ de Intel Security, publicado en noviembre de 2016, se centra fundamentalmente en las amenazas a *Cloud Computing* y IoT, y parte de la base de que este último engloba cientos o miles de tipos de dispositivos de todos los sectores. De hecho, el informe considera que IoT no debería considerarse como una suma de dispositivos, sino como redes de dispositivos que facilitan y ofrecen servicios, muchos de los cuales se alojan en la nube. Por este motivo, las amenazas dirigidas al IoT y las respuestas correspondientes, están íntimamente relacionadas con las de la nube. Las oportunidades para robar datos, denegar operaciones o provocar daños serán muy abundantes. Las conclusiones del informe se plantea interrogantes como: ¿de qué forma afectarán a este entorno los problemas geopolíticos, la legislación y las acciones normativas? y ¿qué respuestas anticipamos de los desarrolladores de dispositivos IoT y los proveedores de seguridad?

Un resumen general del *malware* para el IoT predice que entrará por las puertas traseras de hogares conectados: los *hackers* estarán más activos que nunca y desvelarán riesgos importantes afectando la privacidad de las personas, además de que la publicidad ayudará a los ciberdelincuentes a mejorar sus habilidades para entregar el *malware*, copiando tácticas de los anunciantes. Asimismo, el informe prevé que las predicciones se enfocarán en economía de la ciberdelincuencia, *ransomware*, *hacktivismo*, ataques de Estados-naciones a infraestructura penal, desafíos para los fabricantes de dispositivos, amenazas y oportunidades para la privacidad, cifrado, monitoreo de comportamiento, ciberseguros y gestión de riesgos.

Desde un punto de vista práctico, el informe citado de McAfee Labs (Intel) enumera diez predicciones que corresponden a las más destacadas y probables durante los próximos dos a cuatro años (2017 a 2020).

1. Aunque la amenaza de ataques al IoT es real, aún no está claro cuáles son las oportunidades para los delincuentes que actúan por motivaciones económicas.
2. El *ransomware* será la principal amenaza.
3. El *hacktivismo* será el riesgo más importante.
4. Los ataques de naciones-Estados a infraestructuras críticas serán motivo de preocupación constante, pero no serán muy frecuentes por el temor a represalias físicas o cibernéticas.
5. El IoT reducirá considerablemente la privacidad del consumidor
6. Los dispositivos IoT servirán como útiles vectores de ataques dirigidos a sistemas de control, vigilancia e información.
7. Los fabricantes de dispositivos seguirán cometiendo fallas básicas al dotar a sus productos de conexión a Internet.

8. El plano de control de los dispositivos IoT será uno de los objetivos principales.
9. Los puntos de agregación, donde se recopilan los datos de los dispositivos, serán también un objetivo fundamental. Otro posible punto débil de los sistemas del IoT es el punto de agregación, donde se recopilan datos de varios dispositivos IoT.
10. Los dispositivos médicos con conexión a Internet sufrirán ataques de *ransomware*.

Aún no sabemos qué pretenden los ciberdelincuentes que acceden a los dispositivos médicos que guardan información de pacientes, pero es un hecho que esto está ocurriendo y que se están filtrando datos médicos.

LA PRIVACIDAD EN INTERNET DE LAS COSAS

Internet Society, en un informe publicado el 1 de febrero de 2016 *Introducción a la privacidad en Internet*¹⁹, afirma que “La privacidad ayuda a reforzar la confianza de los usuarios en los servicios en línea. Sin embargo, la privacidad en línea está constantemente bajo presión de ser quebrantada. Promover leyes de privacidad de datos que sean fuertes e independientes de la tecnología, principios de privacidad por diseño y principios éticos en la recolección y tratamiento de los datos, es un enfoque clave para proteger y fomentar la privacidad en línea». Y más adelante reafirma que la privacidad es un derecho importante y un facilitador fundamental de la autonomía personal, la dignidad y la libertad de expresión. La *Internet Society* reconoce que, aunque no existe una definición de privacidad universalmente aceptada, en el contexto de Internet en general se conviene que *privacidad es el derecho de determinar cuándo, cómo y en qué medida los datos personales pueden ser compartidos con terceros*.

La privacidad en Internet de las Cosas y Big Data —como ha reconocido la AEPD (Agencia Española de Protección de Datos) en numerosa documentación e informes públicos— considera que son dos de las tecnologías emergentes que mayor impacto pueden tener en la privacidad de los ciudadanos.

En Europa, como apoyo a la protección y privacidad de datos se celebra el Día Europeo de la Protección de Datos el 28 de diciembre. Dicho festejo se remonta a 2006, en que se estableció por el Comité de Ministros del Consejo de Europa, y está impulsado por la Comisión Europea, el Consejo Europeo y las autoridades de protección de datos de los Estados miembro de la Unión Europea con el objetivo de promover el conocimiento entre sus ciudadanos acerca de cuáles son sus derechos y responsabilidad en materia de protección de datos.

En el capítulo 14 se estudiará con más profundidad el estado de la nueva directiva de protección de datos y de la privacidad en la Unión Europea y en España,

principalmente, aprobada en mayo de 2016 y que entrará en vigor en mayo de 2018. Sólo queremos destacar tres aspectos para el caso de Internet de las Cosas: 1) la definición de datos personales que da el Reglamento, como un activo valioso, y la altamente restrictiva regulación al respecto. La gran novedad es que el Reglamento contempla las tendencias tecnológicas como la computación en la nube, el Internet de las cosas y Big Data. 2) La obligatoriedad de la figura y función del **DPO** (*Data Protection Officer*). 3) La inclusión del derecho al olvido, que permite la rectificación o supresión de datos personales, y del derecho a la portabilidad de éstos de una empresa a otra.

NORMAS LEGALES, DERECHO Y ASPECTOS REGULATORIOS

Carlos Fernández Hernández²⁰ publicó un artículo en *diariolaley* de la consultora en derecho, Wolters Kluwer, el 5 de enero de 2017: *Internet de las cosas ¿oportunidad de crecimiento para el negocio legal o riesgo inaceptable?* Fernández (2017) plantea que «al tratarse de una tecnología que permite la captación de múltiples datos relativos o relacionados con los usuarios de los objetos conectados, ha levantado desde su inicio fuertes reservas en cuanto a la afectación que supone para la privacidad, la protección de datos y, más recientemente, la propia seguridad patrimonial o física de dichos usuarios». El principio de partida del artículo es que: «*La Internet de las cosas (IoT) es uno de los conceptos tecnológicos de mayor impacto legal. Sus numerosas posibles ventajas se enfrentan también a importantes riesgos para la seguridad y la privacidad de los usuarios, que ponen en duda su viabilidad futura*».

INTERNET DEL FUTURO

Internet será fundamentalmente inalámbrico. Las redes móviles 3G/4G y la futura 5G, unidas a las redes WiFi, están configurando una nueva red Internet. En el futuro se prevé que podrá utilizarse la infraestructura doméstica para optimizar recursos. La respuesta a este reto es la tecnología **LiFi**, una tecnología de transmisión de datos bidireccional más rápida –se calcula 100 veces más rápida que las actuales redes WiFi– y que, si se termina implantando, revolucionará las comunicaciones móviles, ya que se realizará la transmisión de datos a través de la iluminación de dispositivos LED.

LiFi (*Light Fidelity*) en pruebas realizadas se ha llegado a alcanzar transferencias de archivos de hasta 224 gigabytes por segundo (equivalente a descargar 18 películas de 1,56 GB cada una). Ya se han realizado experiencias prácticas fuera de laboratorio de transmisión de datos de alta velocidad utilizando la comunicación de la luz en lugar del tradicional de ondas radio.

El futuro prevé la integración de ambos tipos de redes WiFi y LiFi que coexistirán para lograr redes más eficientes y seguras y, naturalmente, habrá que estar atentos, en su caso, a la interconexión con las futuras redes comerciales celulares (móviles) 5G.

RESUMEN

Una de las primeras definiciones de Internet de las cosas, pero con la acepción de “Internet de los objetos”, fue dada por la consultora McKinsey en 2010, que lo definía como: «sensores y actuadores incrustados en objetos físicos, enlazados mediante redes con cables y sin ellos, que a menudo utilizan el mismo protocolo de Internet (IP) que conecta a la Red».

Una tendencia importante que ha impactado en el Internet de las Cosas para conseguir el actual y futuro despliegue, ha sido el abaratamiento producido en los últimos años de los sensores y los dispositivos RFID y NFC, especialmente, aparte de la incorporación de tecnologías Bluetooth a todo tipo de sensores y dispositivos móviles.

Las tecnologías más utilizadas en Internet de las cosas son: sensores y actuadores, chips *RFID*, *NFC*, códigos *QR* y *BiDi*, sensores inalámbricos (*Zigbee*) junto con las redes inalámbricas Bluetooth y WiFi, además de las redes celulares 3G, 4G y 5G.

El protocolo de conexión a Internet, IPv6, ha sido una de las tendencias y técnicas más disruptivas para la expansión del Internet de las cosas.

Cisco, empresa líder mundial en el sector de las comunicaciones, planteó en 2011 su versión del Internet de las cosas que llamó Internet de todas las cosas (IoE), y consideró que esta nueva revolución de Internet se sustentaba en la conexión de **personas, datos, procesos y cosas** que constituirán una enorme red de redes de miles de millones de objetos inteligentes conectados entre sí.

La arquitectura del Internet de las Cosas se compone de una serie de capas o componentes que la configuran y que, a su vez, constan de una serie de tecnologías, servicios y protocolos. Las capas del Internet de las cosas son cuatro y una quinta o plataforma de presentación de servicios para visualización de resultados:

- Recolección (ingesta) de datos.
- Transmisión de datos (redes de comunicaciones): conectividad.
- Almacenamiento de datos en centros de datos –normalmente en la nube.
- Analítica de datos.

- Presentación y visualización de resultados (plataforma de provisión de servicios)

Internet de las cosas es uno de los pilares fundamentales de Industria 4.0 y la espina dorsal de la cuarta revolución industrial; sin embargo, los retos y oportunidades vienen acompañados de grandes riesgos en la seguridad de la información. La ciberseguridad es uno de los aspectos vitales que todos los desarrolladores y empresas especializadas en internet de las cosas, junto los consumidores, miles de empresas usuarias de IoT y miles de millones de usuario y también de objetos inteligentes, han de tener presentes en todo momento y asumir estrategias de ciberseguridad tanto a nivel personal como organizacional.

BIBLIOGRAFÍA

- **5G AMÉRICAS.** *Internet de las Cosas en América Latina. Tecnologías celulares para habilitar la Internet de las Cosas.* Washington. [en línea] 4gamericas.org
- **CANTERO**, Natalia Martín y **VALVERDE**, Ricardo (2016). *Internet de las cosas. El mundo hiperconectado.* Madrid: The Valley Digital Business School.
- **CUEVA, J.M; PASCUAL, J.; SANJUAN, O. y PELAYO, C.** (2011). *Internet de los objetos. Cuando los objetos se comunican entre sí.* La Coruña: Netbiblo.
- **DHANJANI**, Nitesh (2015), *Abusing the Internet of Things.* Sebastopol (USA): O'Reilly.
- **EOI** (2015). *Las tecnologías IoT dentro de la industria conectada 4.0.* Madrid: Fundación EOI.
- **GSMA/PCW** (2016). *Connected Living. Movilizando el Internet de las Cosas.* Gsma.com/connectedliving.
- **MARSAN**, Carolyn (ed) (2015). *La Internet de las cosas: una breve reseña.* Ginebra: Suiza: The Internet Society (ISOC). [en línea] internetociety.org/iot
- **MICROSOFT** (2016). *Azure IoT. Reference Architecture.* [en línea] <https://docs.microsoft.com/es-es/azure/iot-hub/iot-hub-what-is-azure-iot>
- **UIT (2012).** *Descripción general de Internet de los objetos.* UIT-T recomendación UIT-T Y.2060.
- **WAHER**, Peter. *Learning Internet of Things.* Birmingham. Mumbai: Packt Publishing. 2015.

BREVE GLOSARIO DE SIGLAS DE IOT

- **IoT** – Internet of Things
- **RFID** – Radio Frequency Identification
- **NFC** – Near Field Communication
- **M2M** – Machine to Machine
- **TIC** – Tecnologías de la Información y la Comunicación
- **GPS** – Global Positioning System
- **UIT** – Unión Internacional de las Telecomunicaciones
- **WWW** – World Wide Web
- **WSN** – Red de Sensores Inalámbricos (Wireless Sensor Network)
- **SOA** – Arquitectura Orientada a Servicios (Service Oriented Architecture)
- **QR** – Quick Response
- **LED** – Light-Emitting Diode

NOTAS:

¹ Kevin Ashton, cofundador de Auto-ID-Center del MIT. *RFID Journal*, *IoT Journal*, 1999. www.rfidjournal.com/articles/view?4986

² Kevin Ashton: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>. That 'Internet of Things' Thing, *RFID Journal*, 22 July 2009. Retrieved 8 April 2011. En Wikipedia [en línea: 15 de enero, 2017] https://es.wikipedia.org/wiki/Internet_de_las_cosas

³ Peter Waher. *Learning Internet of Things*. Birmingham. Mumbai: Packt Publishing. 2015.

⁴ Recomendación serie Y: ITU-T Y.2060 (06/2012)
<https://itunews.itu.int/Es/4503-Internet-de-las-cosas/Maquinas-empresas-personas-todo.note.aspx>. **Actualizada en 2016:** www.itu.int/rec/I/T-REC-Y.2060-201206-I/es

⁵ EOI. *Internet del futuro. Estado del arte y oportunidades de negocio*. Madrid: EOI, 2015, p. 4.

⁶ Ashton, K. (2009, june 22, *That 'Internet of Things' Thing* [en línea: www.rfidjournal.com/articles/view?4986]

⁷ *The Internet Reports 2005. The Internet of Things. Executive Summary*, noviembre 2015.

⁸ Dave Evans. *Internet de las cosas. Como la próxima evolución de Internet lo cambia todo*. Cisco ISBG

www.cisco.com/c/dam/global/es_mx/solutions/executive/assets/pdf/internet-of-things-iot-ibsg.pdf

⁹ Recommendation ITU-T Y.2060 provides an overview of the Internet of things (IoT). It clarifies the concept and scope of the IoT, identifies the fundamental characteristics and high-level requirements of the IoT and describes the IoT reference model. The ecosystem and business models are also provided in an informative appendix. <http://www.itu.int/itu-t/recommendations/rec.aspx?rec=Y.2060>

¹⁰ La recomendación se puede descargar en inglés y español en:

<http://www.itu.int/itu-t/recommendations/rec.aspx?rec=Y.2060>

¹¹ Érika Montañés. ABC. Madrid, 16/04/2017. [en línea]

http://www.abc.es/economia/abci-primer-peaje-futuro-levanta-barrera-roca-ap-7-201704160319_noticia.html

¹² Nota de prensa: Vodafone completa la primera llamada del mundo con el estándar NB-IOT en una red comercial, 20-09-2016. NB-IoT es un paso a nivel industrial en la creación de redes "Low Power Wide Area" (LPWA) que conectarán millones de objetos cada día.

https://www.vodafone.es/c/conocenos/es/vodafone-espana/sala-de-prensa/notas-de-prensa/np_llamada_nbiot/

¹³ CISCO, BSIG, Dave Evans. *How the Internet of Everything Will Change the World...for the Better #IoE*

<http://blogs.cisco.com/digital/how-the-internet-of-everything-will-change-the-worldfor-the-better-infographic> 7 November 2012.

¹⁴ Esta clasificación está inspirada en el artículo de Scott Jenson: "Of Bears, Bats and Beet: Making Sense of the Internet of Things", *Frogr's Design Mind*, agosto 2012, <http://bit.ly/195mVm4>. Citado en Rowland et al, 2015: 30.

¹⁵ En la feria IFA 2015, en Berlín, celebrada del 4 al 6 de septiembre, Samsung presentó su reloj inteligente Gear S3 con numerosas innovaciones tecnológicas y dotado de sensores de velocidad y movimiento que permite características muy notables. [en línea] <http://www.farodevigo.es/vida-y-estilo/tecnologia/2013/09/04/galaxy-gear-reloj-controlar-dispositivos/872043.html>

¹⁶ PwC. *The Industrial Internet of Things. 2016*. [en línea]

<http://www.pwc.com/gx/en/communications/pdf/industrial-internet-of-things.pdf>

¹⁷ CSIRT-CV. Centro de Seguridad de la Comunidad Valenciana. Diciembre, 2014.
http://www.csirtcv.gva.es/sites/all/files/downloads/%5BCSIRT-CV%5D%20Informe-Internet_de_las_Cosas.pdf

¹⁸ Intel Security. Predicciones sobre amenazas para 2017.
<https://mcafee.app.box.com/v/2017predictionsSP> . Noviembre 2016.

¹⁹ Internet Society. Informe de Introducción a la privacidad en Internet, febrero 2016.
<http://www.internetsociety.org/sites/default/files/ISOC-PolicyBrief-Privacy-20151030-es.pdf>

²⁰ Diariolaley. Wolters Kluwer.
<http://diariolaley.laley.es/home/NE0001184819/20170105/Internet-de-las-cosas-oportunidad-de-crecimiento-para-el-negocio-legal-o-riesgo->

CAPÍTULO 7

CIUDADES INTELIGENTES (*SMART CITIES*)

El siglo XXI ha sido denominado en numerosos estudios tecnológicos y sociales como “el siglo de las ciudades”. La mitad de la población mundial vive en ellas y el porcentaje irá aumentando cada año. La transformación digital, reflejo de la revolución digital que vivimos desde hace muchos años, está creando una sociedad hiperconectada, colaborativa y ubicua, que está transformando las relaciones entre los ciudadanos. En la confluencia de estas tendencias globales aparecen las ciudades inteligentes (*Smart Cities*).

La ciudad inteligente busca incrementar la calidad de vida de sus ciudadanos a través del uso de las tecnologías inteligentes (*Big Data*, IoT, M2M, sensores, tecnologías móviles, tecnologías de visualización, impresión 3D, plataformas *cloud*, *open data* y plataformas de *open data*) mejorando la calidad y eficiencia de los servicios prestados tanto para los organismos públicos como para las empresas, con el objetivo de conseguir una ciudad más económica y ambientalmente sostenible.

Sensores inteligentes están repartidos por todas las ciudades y proporcionan información a las administraciones públicas o directamente al ciudadano a través de tecnologías IoT (WiFi, movilidad, etc.).

En este capítulo estudiaremos diferentes modelos de ciudades inteligentes, así como la arquitectura y cadena de valor de la ciudad inteligente con los componentes y capas de cada modelo.

DEFINICIÓN DE CIUDAD INTELIGENTE

Las definiciones de ciudades inteligentes son numerosas, aunque hay cierta unanimidad en considerar la sostenibilidad como una de las características imprescindibles y el uso de las TIC (tecnologías de la información y las comunicaciones) como espina dorsal de las infraestructuras de dichas metrópolis. De cualquier manera, vamos a considerar definiciones estándar realizadas por organismos internacionales y agencias certificadoras para conseguir el mayor consenso posible.

En primer lugar, el **Plan Nacional de Ciudades Inteligentes**, descrito en la Agenda Digital para España, sigue la definición propuesta por el Grupo Técnico de Normalización 178 de AENOR, cuya definición es:

«Ciudad Inteligente (Smart City) es la visión holística de una ciudad que aplica las TIC para la mejora de la calidad de vida y la accesibilidad de sus habitantes, y asegura un desarrollo sostenible económico, social y ambiental en mejora permanente. Una ciudad inteligente permite a los ciudadanos interactuar con ella de forma multidisciplinar y se adapta en tiempo real a sus necesidades, de forma eficiente en calidad y costes, ofreciendo datos abiertos, soluciones y servicios orientados a los ciudadanos como personas, para resolver los efectos del crecimiento de las ciudades, en ámbitos públicos y privados, a través de la integración innovadora de infraestructuras con sistemas de gestión inteligente.»

De dicha definición destacan cinco atributos: “visión holística”, “TIC”, “accesibilidad y datos abiertos”, “interactuar” y “eficiente en calidad y costes”, por ser especialmente representativos del concepto de Ciudad Inteligente.

El ONTSI (Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información) considera que *Smart City* es, por consiguiente:

«...aquella ciudad que marca sus prioridades a través de una estrategia inteligente, resultado de un ejercicio de reflexión, en el que sus principales agentes sociales y económicos determinan un modelo de ciudad hacia el que quieren evolucionar y definen y priorizan las iniciativas que permitirán alcanzar dicho modelo. Dichas iniciativas tienen como pilar básico el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), que permiten optimizar la gestión de las infraestructuras y los servicios urbanos, así como los servicios prestados al ciudadano, todo ello con el objetivo de un desarrollo sostenible, inteligente e integrador.»

Por último y como hemos hecho en otras ocasiones, recurrimos a la Unión Internacional de Telecomunicaciones¹ que define una ciudad inteligente y sostenible como:

«...una ciudad innovadora que utiliza las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y otros medios para mejorar la toma de decisiones, la eficiencia de las operaciones, la prestación de los servicios urbanos y su competitividad. Al mismo tiempo, procura satisfacer las necesidades de las generaciones actuales y futuras en relación con los aspectos económicos, sociales y medioambientales».

Las Ciudades Inteligentes usan conectividad, sensores distribuidos en el ambiente y sistemas computarizados de gestión inteligente para solucionar problemas inmediatos, organizar escenarios urbanos complejos y crear respuestas innovadoras para atender las necesidades de sus ciudadanos. Con el objetivo de garantizar esa gestión eficiente y sostenible, las tecnologías de las *Smart Cities* integran y analizan una cantidad inmensa de datos generados y capturados en diferentes fuentes que anticipan, mitigan e inclusive previenen situaciones de crisis. Estos mecanismos permiten ofrecer de manera proactiva mejores servicios, alertas e información a los ciudadanos.

El **BID** (Banco Interamericano de Desarrollo), referencia mundial y en particular para América Latina y el Caribe, en un estudio sobre ciudades inteligentes de 2016² acepta como definición la dada por la UIT, pero menciona unas características adicionales:

«...una Ciudad Inteligente es aquella que coloca a las personas en el centro del desarrollo, incorpora Tecnologías de la Información y Comunicación en la gestión urbana y usa estos elementos como herramientas para estimular la formación de un gobierno eficiente que incluya procesos de planificación colaborativa y participación ciudadana. Al promover un desarrollo integrado y sostenible, las Ciudades Inteligentes se tornan más innovadoras, competitivas, atractivas y resilientes, mejorando así las vidas de las personas que habitan en ellas».

En consecuencia, insiste también el BID que un proyecto integral de Ciudad Inteligente debe tomar en cuenta los aspectos humanos, sociales y medioambientales de los centros urbanos, con la finalidad de mejorar la vida de las personas. Por lo tanto, debe incorporar aspectos relativos a la gobernanza, a la infraestructura y al capital humano y social. Solamente cuando esos elementos son tomados de manera conjunta, las ciudades se vuelven efectivamente inteligentes y logran fomentar un desarrollo sostenible e integrado.

NORMALIZACIÓN DE CIUDADES INTELIGENTES (AENOR)

En España está vigente desde hace unos años el Plan Nacional de Ciudades Inteligentes incluido en la Agenda Digital para España, a su vez dentro de la Agenda Digital Europea. Enmarcado en este plan, AENOR, la agencia española de

certificación creó un Subcomité de Indicadores y Semántica del CTN 178 (Comité Técnico de Normalización de AENOR AEN/CTN 178 “Ciudades Inteligentes”). Este comité presentó a principios de octubre de 2015³ un conjunto de documentos normativos que buscan impulsar el despliegue de las ciudades inteligentes en España titulado *Las Normas para las Ciudades Inteligentes*. El Comité tiene el objetivo de elaborar normas técnicas que servirán de guías para el despliegue de ciudades inteligentes, establecer la postura nacional en los trabajos de normalización internacionales y adoptar (incorporar al cuerpo normativo nacional) las normas internacionales que considere relevantes.

La importancia de las normas reside en el hecho de que el comité está presidido por la SETSI (Secretaría de Estado de Telecomunicaciones para la Sociedad de la Información del Gobierno de España) y forman parte del mismo la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP), la Red Española de Ciudades Inteligentes (RECI) y Red.es (organismo responsable de Internet en España). En el Comité participan más de 700 expertos de todas las partes interesadas.

El trabajo del Comité se estructuró en cinco subcomités que están liderados por distintas administraciones públicas españolas:

- SC1: “Infraestructuras” (Ayuntamiento de Rivas Vacia Madrid)
- SC2: “Indicadores y semántica” (Ayuntamiento de Santander)
- SC3: “Gobierno y Movilidad” (Ayuntamiento de Valladolid)
- SC4: “Energía y Medio Ambiente” (Ayuntamiento de Málaga)
- SC5: “Destinos turísticos” (SEGTUR)

Las cinco normas clave aprobadas por AENOR sobre ciudades inteligentes son:

- Norma UNE 178501 de Sistemas de gestión de los destinos turísticos inteligentes.
- Norma UNE 178201 Ciudades Inteligentes. Definición, atributos y requisitos define el concepto de Ciudad Inteligente.
- Norma UNE 178101-3. Ciudades Inteligentes. Infraestructuras. Redes de los Servicios Públicos. Parte 3: Redes de transporte.
- Norma UNE 178107-6 IN. Guía para las infraestructuras de Ciudades Inteligentes. Redes de acceso y transporte. Parte 6: Radienlaces.

MODELOS DE CIUDAD INTELIGENTE

Existen numerosos estudios sobre las características que ha de reunir una ciudad inteligente. El Estudio *Guía metodológica sobre Ciudad Inteligentes*, de

noviembre de 2015 y publicado por Deloitte para el ONTSI (Observatorio Nacional de Tecnologías y de la Sociedad de la Información) contempla los estudios y sus definiciones respectivas de:

- La Unión Europea.
- Plan Nacional de Ciudades inteligentes de España.
- Administraciones locales a través de la RECI (Red Española de Ciudades Inteligentes)
- AMETIC (Asociación Española de Empresas de Electrónica, Tecnologías de la Información y Comunicaciones y Contenidos Digitales)
- AENOR
- ISO

MODELO DE CIUDAD INTELIGENTE DE LA UNIÓN EUROPEA

El informe “*Mapping Smart Cities in the EU*”⁴ de enero de 2014 del Parlamento Europeo considera que una ciudad es inteligente si tiene al menos una iniciativa que aborda una o más de las siguientes características:

- Smart Economy (Economía Inteligente)
- Smart People (Personas Inteligentes)
- Smart Mobility (Movilidad Inteligente)
- Smart Environment (Entorno Inteligente)
- Smart Governance (Gobierno Inteligente)
- Smart Living (Vida Inteligente)

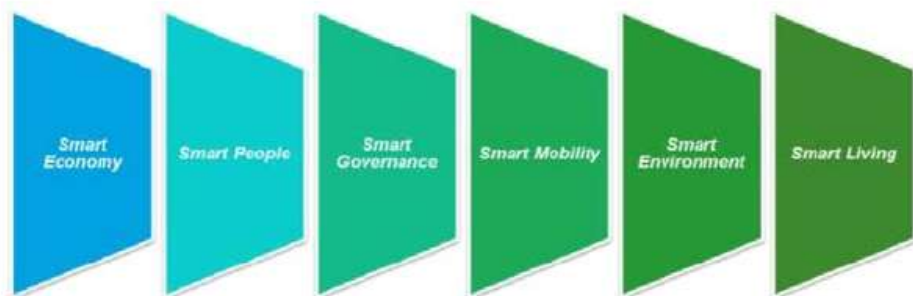


Figura 7.1. Modelo de ciudad inteligente de la Unión Europea.

Fuente: ONTSI (2015: 14).

OTROS MODELOS DE CIUDADES INTELIGENTES

La visión de las administraciones españolas a través de la **RECI** considera que para definir una Ciudad Inteligente es preciso estudiar y medir las temáticas avanzadas a cada uno de los siguientes grupos:

- Energía
- Movilidad Urbana
- Medio Ambiente, Infraestructuras y Habitabilidad
- Gobierno, Economía y Negocios
- Innovación Social

Telefónica considera los sectores:

- Medio ambiente inteligente
- Movilidad
- Gobierno inteligente
- Economía inteligente
- Personas inteligentes
- Vivir inteligente

AMETIC, la asociación de empresas de referencia en España, considera que el modelo de ciudad inteligente requiere establecer los siguientes sectores en el ámbito de las *Smart Cities*:

• Energía	• Servicios sanitarios
• Sostenibilidad ambiental	• Educación y Cultura
• Agua y Gas	• Seguridad
• Transporte y movilidad	• Turismo digital y tiempo libre
• Comunicaciones	• Infraestructuras urbanas, edificios públicos y viviendas.
• Gobierno y ciudadanos	
• Comercio electrónico	

AENOR tiene los siguientes grupos de trabajo dentro del Comité Técnico de Normalización AEN/CTN 178 “Ciudades Inteligentes”:

- Energía y Medio Ambiente
- Gobierno y Movilidad
- Infraestructuras

- Destinos turísticos
- Indicadores y semántica

ISO, la organización internacional de estandarización proporciona un gran número de áreas de una ciudad, de las que se extraen indicadores para medir el nivel de desempeño llevado a cabo por ésta:

• Economía	• Albergues
• Educación	• Residuos
• Energía	• Telecomunicación e Innovación
• Medio ambiente	• Transporte
• Finanzas	• Urbanismo
• Incendios y emergencias	• Aguas residuales
• Gobernanza	• Agua y recolección de basuras
• Salud	• Registros
• Ocio	
• Seguridad	

MODELO DE CIUDAD INTELIGENTE DE LA ONTSI

Con el análisis de todos estos modelos de ciudad, la **ONTSI** (2015) —Observatorio de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información— define una propuesta de modelo de Ciudad Inteligente que se configura con bases en unos ámbitos y subámbitos claves que posteriormente en el estudio definirán los servicios inteligentes que se han de desarrollar para considerar a una ciudad como inteligente, con una perspectiva y teniendo presente las necesidades de los ciudadanos y empresas.

La ONTSI propone seis ámbitos principales que una vez establecidos conforman una ciudad inteligente, así como los subámbitos o áreas específicas de actuación que los incluyen, de tal manera que el siguiente paso es identificar los principales servicios sobre los que se deberá actuar para avanzar hacia una ciudad inteligente. Plantea asimismo un Catálogo de Servicios estableciendo tres tipologías distintas de servicios para cada uno de los seis ámbitos de desarrollo definidos anteriormente:

- Servicios destinados a la ciudad
- Servicios de atención y relación con el ciudadano
- Servicios de soporte a una Ciudad Inteligente



Figura 7.2 Modelo de ciudad inteligente (UE y ONTSI).

Fuente: ONTSI (2015: 17)

Dada la importancia y el impacto del modelo ONTSI, en una sección posterior veremos la cadena de valor o arquitectura del modelo.

ESTRATEGIAS DE CIUDADES INTELIGENTES EN EUROPA

En el año 2010, Europa se planteó la necesidad de enfrentarse a una transformación general, tanto económica como social provocada, en gran parte, por la crisis económica. En consecuencia, se lanzó el proyecto *Estrategia Europea 2020* que planteaba en primer lugar una economía basada en el conocimiento y la innovación; en segundo lugar, una economía que haga un uso más eficaz de los recursos, que sea más verde y competitiva, y por último, una economía con alto nivel de empleo que tenga cohesión social y territorial (Ontsi 2015:6)⁵.

Para alcanzar estas prioridades de crecimiento se lanzaron siete iniciativas, de las que cabe destacar la Agenda Digital para Europa, centrada en avanzar en el uso intensivo de las TIC como factores integrados de los ciudadanos y competitivos para las empresas, en el marco estratégico de la Sociedad y Economía del Conocimiento.

En el marco de la Agenda Digital para Europa, en España se aprobó en febrero de 2013 la Agenda Digital para España, una estrategia para desarrollar la economía y la sociedad digital en ese país durante el periodo 2013-2015. En este

entorno, dicha Agencia reconoce a las Ciudades Inteligentes un papel muy importante y pretende incorporar el Plan Nacional de Ciudades Inteligentes.

ARQUITECTURA DE UNA CIUDAD INTELIGENTE (CADENA DE VALOR TECNOLÓGICA DE TELEFÓNICA)

La ciudad inteligente se convierte en un gran sistema similar al de cualquier sistema de información, de modo que su arquitectura será muy similar y, en particular, a la arquitectura de internet de las cosas que vimos en el capítulo 6, dado que IoT es la espina dorsal de las ciudades inteligentes.

La necesidad de un procesamiento de los datos desde su captura en las numerosas fuentes de información hasta los servicios finales de la ciudad inteligente, Telefónica (2011) denomina a este sistema global de información: la *cadena de valor tecnológica* —proceso de los datos en una ciudad inteligente— que se compone de cinco etapas (Figura 7.3):

- Recolección de datos
- Transmisión de datos (recopilados de la ciudad a través de las redes de comunicación)
- Almacenamiento y análisis de los datos
- Plataforma de provisión (prestación) de servicios: plataforma de servicios
- Servicios finales de la ciudad inteligente (servicio de movilidad, servicio de eficiencia energética.)



Figura 7.3 Cadena de valor tecnológica de la Smart City.

Fuente: Telefónica (2011: 54).

http://www.socinfo.es/contenido/seminarios/1404smartcities6/01-TelefonicaSMART_CITIES-2011.pdf

En una ciudad inteligente intervienen numerosas tecnologías cuya espina dorsal es la Internet de las Cosas. El despliegue de una ciudad inteligente lleva asociada la creación de una serie de infraestructuras, así como de mecanismos de gestión de la información y diferentes plataformas, todo ello integrado bajo

una perspectiva global [Telefónica 2011]. El creciente volumen de los datos que supone *Big Data* ha hecho una necesidad la actualización con herramientas avanzadas de analítica de datos.

Recolección de datos

En primer lugar, se encuentra la **etapa de recolección de datos** de la ciudad. Esta tarea se realiza utilizando sensores, actuadores y diferentes dispositivos, entre los que hay que incluir los móviles de las personas, diferentes aparatos del entorno del hogar, los vehículos, así como los dispositivos de medida situados en infraestructuras fijas, como mobiliario urbano, edificios, sistemas de canalización y tuberías, estaciones meteorológicas y un largo etcétera. Los datos ya se están recopilando en muchos ámbitos y de hecho se está actuando en tiempo real con base en ellos.

Esta tarea se realiza utilizando sensores, actuadores y diferentes dispositivos de captura de datos: **sensores, actuadores**, etiquetas o chips **RFID**, chips **NFC**, marcadores o códigos **QR** y **Bidi**, **teléfonos inteligentes (smartphones)** de las personas, vienen equipados con varios sensores —de posicionamiento, de sonido, de luz, aceleración, cámaras, etc., que permiten recoger la información y enviarla a Internet—, diferentes aparatos del hogar, vehículos, dispositivos de medida – sensores en el mobiliario urbano, edificios, contadores inteligentes de electricidad, estaciones meteorológicas, etcétera.

Vimos que los sensores son dispositivos capaces de convertir magnitudes físicas como la temperatura, luminosidad, presión atmosférica, humedad, etc., en valores numéricos que pueden ser tratados según convenga. De igual forma, son numerosos los tipos de sensores: desde recursos (luz, agua, gas), seguridad (detectores de humo, de gases...), de iluminación, de presencia (infrarrojos, fotoeléctricos, por vibración, ultrasónicos), infraestructuras de transporte (cámaras, infrarrojos, radares de velocidad, identificación de vehículos), movimiento (acelerómetros), de posición (brújula electrónica, sistemas de posicionamiento global, GPS), vigilancia (presión del agua, nivel de ruido, radiación solar, ultravioleta).

A todo este inmenso grupo de sensores es necesario añadir el grupo de actuadores y controladores que facilitan la realización de diferentes acciones, las cámaras, los captadores, etcétera.

La mayoría de los sensores que están en las ciudades inteligentes son también inteligentes y ponen a disposición del público y naturalmente de organizaciones y empresas, una gran cantidad de información en tiempo real sobre diferentes variables físicas. Estos sensores inteligentes dotados de microprocesadores tienen la capacidad de almacenar información en la memoria incorporada y la facilidad de enviar datos gracias a un módulo de transmisión inalámbrica. Los

ingentes volúmenes de sensores constituyen multitud de redes de sensores cuyos datos pueden ser consultados a través de Internet, aunque es necesario tener presente que cada red utilizará sus propios estándares, protocolos y formatos de representación de datos. Por esta razón se requiere disponer de una plataforma que ayude a gestionar esta heterogeneidad.

Los sensores de las ciudades inteligentes deben tener las siguientes características [Telefónica 2011:56]: fácil instalación, autoidentificables, autodiagnosticables, fiables, bajo consumo, fácil mantenimiento, utiliza protocolos de control y de redes estándar. La mayoría de los sensores en la actualidad se pueden reprogramar en forma inalámbrica sin necesidad de que un operario tenga que desplazarse.

Conectividad. En esta etapa se realiza la transmisión de los datos recopilados de la ciudad a través de las redes de comunicación. Esta tarea se lleva a cabo mediante una combinación de infraestructura inalámbrica, móvil y fija dependiendo de las necesidades de movilidad, ancho de banda y latencia de la aplicación en concreto.

Los sensores transmitirán la información a través de pasarelas (*gateways*), que a su vez enrutarán los datos a través de líneas móviles o fijas y los harán llegar a las bases de datos y plataformas que faciliten la provisión de los servicios. La conectividad a la red es lo que proporciona el carácter de inteligente a todos los dispositivos.

El crecimiento del Internet de las cosas, gracias a las actuales redes móviles 4G-LTE y las futuras redes 5G, serán elementos decisivos para la comunicación digital de los objetos inteligentes de las ciudades.

- **Almacenamiento y análisis de los datos:** una vez recopilados se almacenan en una plataforma central (almacenes de datos) en el entorno de la ciudad al mismo tiempo que se facilita su procesamiento posterior mediante diferentes sistemas analíticos y herramientas que ya vimos en el capítulo de Big Data y que abordaremos en la tercera parte con más detalle.
- **Plataforma de provisión de servicios.** Ésta se alimenta de los datos y proporciona la prestación de servicios en el ámbito de la ciudad inteligente, y está formada a su vez por módulos que permiten, por ejemplo, gestionar el precio, facturar, gestionar las relaciones con el cliente, etc. Además, tiene interfaces que serán utilizadas para implementar los servicios que serán entregados a los clientes finales.

La plataforma de provisión de servicios es una plataforma horizontal y escalable que ofrece un conjunto de módulos que son comunes a los

múltiples servicios que se ofrecen de una manera segura y con garantías de privacidad.

- **Servicios finales.** Se apoyan en todas las tecnologías, infraestructuras y plataformas antes comentadas, para ofrecer su valor final al cliente. Existen numerosos servicios finales posibles, tantos como servicios públicos que ha de prestar el Ayuntamiento, y no sólo éstos, sino que hay otros servicios que pueden prestarse en el marco de la plataforma por otros agentes que no necesariamente tienen que ser servicios públicos, pero que se van a volver indispensables para asegurar tanto la calidad de vida como la sostenibilidad en el ámbito de las ciudades.

Ciudad Inteligente vs. Sistema de Información (Internet de las Cosas)

Unos dispositivos de entrada permiten recoger grandes volúmenes de datos relativos a todo tipo de variables que caracterizan el estado de la ciudad. Unas redes de comunicaciones, fijas e inalámbricas, facilitan la recolección de todos esos datos para su procesamiento y análisis que ponen a disposición de la plataforma de provisión de servicios, que a su vez hace uso de esa información para la toma de decisiones de gestión y ofrecer la mejora de los servicios públicos finales, aumentando la eficiencia en la prestación de los mismos.

CADENA DE VALOR DE LA *SMART CITY* DE ONTSI

En el estudio de la ONTSI se plantea una cadena de valor de una *Smart City* como: “un modelo que permite describir las diferentes actividades y fases por las que los agentes involucrados en el ecosistema de una ciudad deben transcurrir para transformarla en una ciudad inteligente” [ONTSI 2015: 33-36]. Plantea un modelo de sistema o cadena de valor de una ciudad inteligente y detalla las diferentes fases que propone se deben superar para que una ciudad se transforme en una ciudad inteligente. Asimismo, para su consecución realiza un análisis de los agentes involucrados en el sistema de valor de la ciudad inteligente desde la perspectiva de la oferta y la demanda.

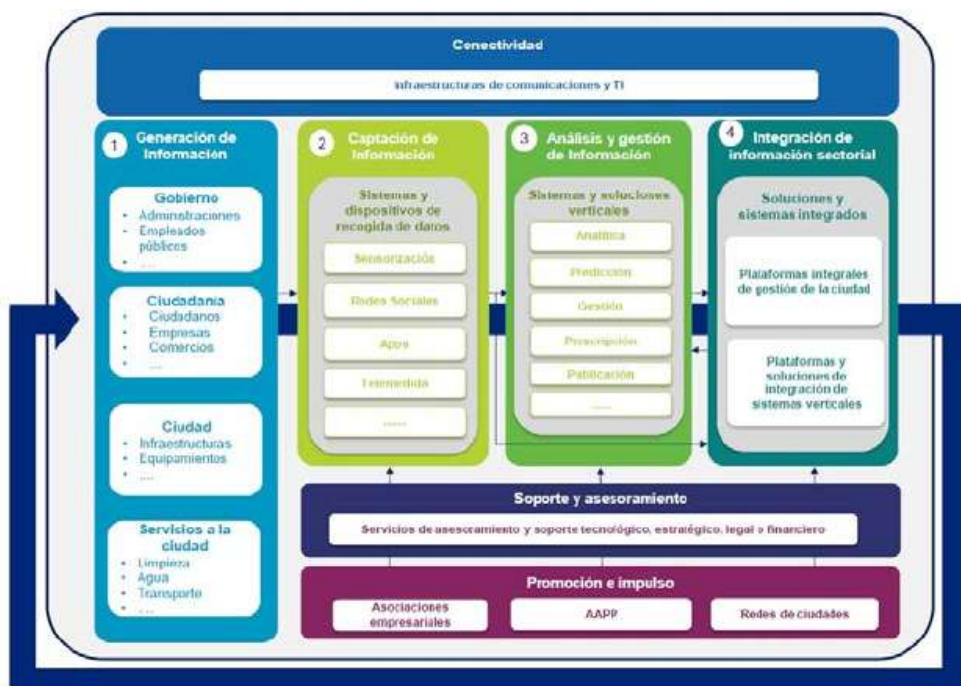


Figura 7.4. Cadena de valor de la Smart City (modelo ONTSI).

Fuente: ONTSI (2015: 33)

La cadena de valor de la ciudad inteligente de ONTSI consta de cuatro etapas o fases principales:

1. Generación de información.
2. Captación de información.
3. Análisis y gestión de la información.
4. Integración de información sectorial.

Generación de información. Se origina toda la información relacionada con la ciudad y es el inicio del proceso y tratamiento de los datos: Gobierno (administración y empleados públicos), Ciudadanía (ciudadanos, empresas, comercio), Ciudad (infraestructuras y equipamiento) y Servicios a la ciudad (limpieza, agua y transporte).

Capa de captación de información. Son los sistemas y dispositivos de recolección de datos: sensorización, redes sociales, apps, telemedicina...

Análisis y gestión de la información. Su objetivo es la extracción de datos e información relevante que facilite la gestión y tratamiento de dicha información para ayudar en la toma de decisiones: analítica, predictiva, prescripciones, publicaciones, gestión...

Integración de información sectorial. Consiste en la unificación de la información proveniente de los diferentes sistemas y generadores de información que permitan la obtención de conocimiento integrado del funcionamiento de la ciudad para una toma de decisiones eficiente y eficaz orientada a la resolución de los problemas de todos los actores involucrados en el ecosistema digital.

Las cuatro etapas se apoyan en tres capas de soporte transversales:

- Capa de conexión (conectividad).
- Capa de soporte y asesoramiento.
- Capa de promoción e impulso.

La **capa de conectividad** consta de las infraestructuras de comunicación y de tecnologías de la información; interviene en todo el proceso y es la encargada de proveer de conexión a todos los sistemas involucrados en la cadena de valor.

Capa de soporte y asesoramiento que consta de los servicios tecnológicos, estratégicos, financieros, legales o jurídicos.

La capa de promoción e impulso es aquella en la que se encuentran las diferentes asociaciones empresariales, administraciones públicas o aplicaciones y redes de ciudades vinculadas con el fomento y despliegue de las ciudades inteligentes (como es el caso en España de la Red Española de Ciudades Inteligentes, RECI).

LAS REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES (*SMART GRIDS*)

Las *smart grids* son redes de distribución eléctrica “inteligentes” que proporcionan datos tanto a las empresas distribuidoras de electricidad como a los consumidores. Las *smart grids* incorporan contadores inteligentes para lectura de los hogares y empresas, y permiten conocer los consumos en tiempo real tanto al cliente como al usuario final. Estos datos permitirán el conocimiento de los hábitos de consumo para mejorar la eficiencia de la red y así conseguir un buen ahorro energético.

Las lecturas de los contadores inteligentes permiten al consumidor saber cuánta energía está consumiendo en tiempo real y, en consecuencia, tomar decisiones como desconectarse de la red eléctrica o no, en función del costo de la electricidad en ese momento.

Endesa, una de las grandes operadoras eléctricas de España, tiene una página web⁶ dedicada especialmente a Ciudades Inteligentes. En esta página web excelente y recomendable, define una Smart City o ciudad inteligente como aquella ciudad que aplica las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) con el objetivo de proveerla de una infraestructura que garantice:

- Un desarrollo sostenible.
- Un incremento de la calidad de vida de los ciudadanos.
- Una mayor eficacia de los recursos disponibles.
- Una participación ciudadana activa.

Por consiguiente, son ciudades que son sostenibles económica, social y medioambientalmente. Endesa considera que la ciudad inteligente nace de la necesidad de mantener una armonía entre estos aspectos anteriores.

SENSORES EN LAS CIUDADES INTELIGENTES

En el menú de sensores inteligentes describe de un modo sencillo cuáles son los muchos y variados tipos de sensores que pueblan las ciudades y que controlan desde el tráfico y el estacionamiento hasta los niveles de polen o de CO₂ existentes en ellas. Los más básicos e importantes, y que son los que proporcionan la información más relevante desde el punto de vista del consumo eléctrico, son sensores de:

- estacionamiento
- tráfico
- humedad
- luz
- paso
- contaminación
- recolección y tratamiento de residuos urbanos
- control de consumo de agua y de electricidad
- la red eléctrica

Es preciso considerar la **sensorización** inteligente cuyo objetivo principal es la acumulación de grandes volúmenes de datos (*big data*), para que posteriormente sean procesados y sirvan para ayudar en la toma de decisiones.

Las ciudades inteligentes están llenas de elementos sensorizados para monitorizar puntos clave de interés social y ambiental. Existen sensores: en los carros (coches) y en los semáforos que permiten medir el volumen de tráfico o las infracciones viales; (2) en los edificios, para medir la temperatura y la humedad; (3) para la gestión de residuos; (4) para los sistemas de iluminación inteligente; (5) para el control del riego; para detectar incendios de cualquier tipo, en hogares, forestales...; (6) evitar la crecida de los ríos en las temporadas de lluvia, etcétera.

Los sensores pueden servir para controlar la gestión de los servicios municipales, para cuestiones de seguridad y vigilancia. Pueden tener también una doble función, y algunos ejemplos relevantes son las farolas que son cámaras de *videovigilancia* incluso cuando no emiten luz, o los postes que emiten avisos policiales restringidos a áreas concretas, avisos y denuncias enviadas vía teléfono móvil u otras actividades dependiendo del software que gestionan estos sensores.

Otro caso práctico de sensores en las ciudades lo señala Cristina Claveros⁷ (2015) en *El Periódico*, donde enumera y describe múltiples sensores que se incrustan en el mobiliario urbano:

- Sensores en el asfalto (controlan flujos, densidad y velocidad de tráfico).
- Sensores en farolas con altavoces (conectados a la policía local o policía nacional).
- Drones de infrarrojos (vigilancia de la red subterránea de cableado con cámaras infrarrojas).
- Balizas de posición (*beacons*). Localización de servicios (farmacias, transporte) y barreras arquitectónicas.
- Control de asistencia por cámaras térmicas (cuentan las personas, el aforo y miden los cambios de afluencia).
- Farolas inteligentes. Son uno de los dispositivos más eficientes en las ciudades inteligentes ya que a su vez tendrán incorporadas diferentes tipos de sensores:
 - Cámaras con iluminación con 360° de visión, dotados de diodos LED de luz
- Sensores de geolocalización para casos de emergencia
 - Captación de sonidos durante un incidente.
 - Localización por triangulación de la posición exacta del lugar.
 - Envío rápido de urgencia
- Sensores de sonido. Capaces de distinguir diferentes tipos de sonido.
- Control de iluminación. Aumenta/disminuye la potencia de luz cuando una persona se acerca o aleja de una farola.
- Punto de conexión WiFi.

Papeleras y contenedores de basura

Estos dispositivos pueden incorporar sensores de modo que puedan actuar como estaciones medioambientales. Estos sensores pueden ser:

- De temperatura y humedad.
- Control de llenado del contenedor y la papeleras.
- Lector de partículas, para medir la calidad del aire
- Sensor de decibelios para medir el ruido.
- Drones con infrarrojos.
- Vigilancia de la red subterránea de cableado con cámaras infrarrojas.
- Transporte público sin conductor.
- Transporte en superficie que circula por control remoto.

Ciudades inteligentes para la gestión eficiente, sostenible y transparente

RESUMEN

- La ITU define una ciudad inteligente y sostenible como: «una ciudad innovadora que utiliza las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y otros medios para mejorar la toma de decisiones, la eficiencia de las operaciones, la prestación de los servicios urbanos y su competitividad. Al mismo tiempo, procura satisfacer las necesidades de las generaciones actuales y futuras en relación con los aspectos económicos, sociales y medioambientales».
- Modelos de ciudad inteligente de gran importancia y que tendrán impacto en la cuarta revolución industrial son:
 - La Unión Europea.
 - Plan Nacional de Ciudades Inteligentes de España.
 - Administraciones locales a través de la RECI (Red Española de Ciudades Inteligentes).
 - AMETIC (Asociación Española de Empresas de Electrónica, Tecnologías de la Información y Comunicaciones y Contenidos Digitales)
 - AENOR
 - ISO

- La cadena de valor (arquitectura) de Telefónica de una ciudad inteligente consta de las siguientes etapas:
 - Recolección de datos
 - Transmisión de datos (recopilados de la ciudad a través de las redes de comunicación)
 - Almacenamiento y análisis de los datos
 - Plataforma de provisión (prestación) de servicios: plataforma de servicios
 - Servicios finales de la ciudad inteligente (servicio de movilidad, servicio de eficiencia energética)
- La cadena de valor de la ciudad inteligente de ONTSI consta de cuatro etapas o fases principales:
 - Generación de información.
 - Captación de información.
 - Análisis y gestión de la información.
 - Integración de información sectorial.
- Las *smart grids* son redes de distribución eléctrica “inteligentes” que proporcionan datos tanto a las empresas distribuidoras de electricidad como a los consumidores. Las *smart grids* incorporan contadores inteligentes para lectura de los hogares y empresas, y permiten conocer los consumos en tiempo real tanto al cliente como al usuario final. Estos datos permitirán el conocimiento de los hábitos de consumo y mejorar la eficiencia de la red y así conseguir un buen ahorro energético.
- Las lecturas de los contadores inteligentes permiten al consumidor saber cuánta energía está consumiendo en tiempo real y, en consecuencia, tomar decisiones como desconectarse de la red eléctrica o no, en función del costo de la electricidad en ese momento.

BIBLIOGRAFÍA

- **AMETIC (2012).** *2012 Smart Cities*. Madrid: AMETIC/Foro TIC para la sostenibilidad.
- **BID (2016).** *La ruta hacia las Smart Cities. Migrando de una gestión tradicional a la ciudad inteligente*.

- **COLADO, S.; GUTIÉRREZ, A; VIVER, C y VALENCIA, C. J.** (2014). *Smart City. Hacia la gestión inteligente*: Barcelona: Marcombo.
- **ONTSI (2015).** *Estudio y Guía Metodológica sobre ciudades inteligentes*. ONTSI/Deloitte.
- **RECI.** Red Española de Ciudades Inteligentes. www.redciudadesinteligentes.es
- **TELEFONICA (2011).** *Smart Cities. Un primer paso hacia la Internet de las cosas*. Madrid/Barcelona: Fundación Telefónica/Ariel. [en línea]
http://www.socinfo.es/contenido/seminarios/1404smartcities6/01-TelefonicaSMART_CITIES-2011.pdf

NOTAS:

¹ Unión Internacional de Telecomunicaciones (Grupo Temático sobre ciudades sostenibles e inteligentes, 2014).

² BID. Silvia Bassi y Cristina De Luca (eds). Juio, 2016. [en línea]
<https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/7743/La-ruta-hacia-las-smart-cities-Migrando-de-una-gestion-tradicional-a-la-ciudad-inteligente.pdf?sequence=1>

³ Las 20 Normas elaboradas por el Comité AEN/CTN 178:20 han sido publicadas el 20 de abril de 2016 y están disponibles en línea: www.aenor.es/aenor/normas/ctn

⁴ Giffinger, R. et al, *Smart Cities – Ranking of European médium-sizes cities*. Vienna University of Technology. 2007, p.14. Referenciado en 2015. Estudio sobre Ciudades Inteligentes. Deloitte-ONTSI, Madrid

⁵ ONTSI y Deloitte Consulting. Estudio y Guía metodológica sobre Ciudades Inteligentes. Noviembre, 2015. ONTSI (Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y la Sociedad de la Información).

⁶ http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/smart-city/

⁷ www.elperiodico.com/es/graficos/sociedad/smart-cities-ciudades-inteligentes-sensores-13130

CAPÍTULO 8

INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA: COMPUTACIÓN COGNITIVA, *BOTS* Y *CHATABOTS*

Desde el advenimiento de *Big Data* la inteligencia artificial está llegando a numerosos sectores que hasta hace unos años prácticamente era impredecible que sucediera y que en la actualidad están impactando en la ciberseguridad de las organizaciones y empresas.

El *deep learning* (aprendizaje profundo) es el campo de mayor crecimiento en la inteligencia artificial. Ayuda a los computadores a dar sentido a ingentes cantidades de datos en forma de imágenes, sonido y texto. Mediante el uso de distintos niveles de redes neuronales, los computadores pueden ver, aprender y reaccionar ante situaciones complejas, igual o incluso mejor que los humanos. Esta tendencia está transformando la manera de considerar los datos, la tecnología y los productos y servicios.

Los *bots* y los *chatbots* (*bots* conversacionales) son una de las aplicaciones más populares y de mayor futuro en la industria 4.0 y, por ende, en organizaciones y empresas. Gracias a ellos la inteligencia artificial aplicada está llegando a infinidad de sectores en las empresas y en las industrias. En la Feria Mundial de la Electrónica CES 2017 (Las Vegas), celebrada a principios de enero de 2017, los *bots* han sido las aplicaciones más populares dado que han llegado no sólo incorporadas a teléfonos inteligentes, sino a una gran cantidad de dispositivos electrónicos. Alexa de Amazon es la revelación y posiblemente a lo largo de 2017 y los siguientes años será uno de los *chatbots* más comercializados.

El conocimiento en la inteligencia artificial integrada con *Big Data* está ayudando y ayudarán a los delitos informáticos. Unas nuevas generaciones de plataformas de negocio están surgiendo en la convergencia del **aprendizaje automático** (*machine learning*) y –recientemente el **aprendizaje profundo** (*deep learning*)– y *Big Data* que generarán un gran cambio en materia de ciberseguridad. Los algoritmos de aprendizaje automático y la *ciberinteligencia* asociada están potenciando las predicciones de ataques cibernéticos que mejorarán las tasas de detección y pueden ser la clave para revertir la tendencia actual en cuanto a crecimiento de delitos cibernéticos y potenciar la ciberseguridad. Por estas razones ampliaremos el impacto de la inteligencia artificial en el capítulo 10 específico de ciberseguridad.

HISTORIA Y EVOLUCIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Alan Turing es considerado el padre de la Inteligencia Artificial. En 1936, este visionario diseñó una máquina capaz de implementar cualquier cálculo que hubiera sido formalmente definido, pilar esencial para que un dispositivo pueda adaptarse a distintos escenarios y “razonamientos”. En 1950, Turing publicó su famoso artículo “Computing Machinery and Intelligence”¹ donde propuso su famoso Test de Turing, uno de los grandes soportes de la actual inteligencia artificial.

Sin embargo, el término fue acuñado en 1956 por los científicos **John McCarthy, Marvin Minsky y Claude Shannon** durante la conferencia de Dartmouth para referirse a “la ciencia e ingenio de hacer máquinas inteligentes”, especialmente programas de cálculo inteligentes. Hasta la década de los noventa y primeros años del siglo XXI, la inteligencia artificial estuvo reducida a los laboratorios de investigación y al campo de la educación universitaria y de posgrado.

La consagración definitiva de la inteligencia artificial llegó en 1997, cuando IBM demostró que un computador dotado de inteligencia artificial era capaz de vencer en el juego de ajedrez a un humano... el campeón del mundo **Gari Kasparov**. Se llamaba *Deep Blue* y sirvió de base para que la industria tecnológica y la sociedad en general cobrara conciencia de la relevancia y las posibilidades de la IA. Yoshua Bengio (2016), uno de los grandes expertos en aprendizaje profundo, señalaba en uno de sus artículos más populares:

«En cualquier forma, los más prestigiosos expertos de inteligencia artificial reconocen que el periodo comprendido entre los años setenta y mediados de los años 2000, científicos y escritores hablan de una sucesión de inviernos de la IA. Las perspectivas en IA han mejorado notablemente desde 2005, época en que comenzaron a despuntar las técnicas de aprendizaje profundo, un enfoque para construir máquinas inteligentes inspirado en la neurociencia y que, en los últimos años, ha impulsado de

manera singular la investigación en IA. Hoy grandes empresas tecnológicas están invirtiendo miles de millones en su desarrollo.».

La llegada de Watson. Si hay un ejemplo de inteligencia artificial por defecto, ese es IBM Watson. Un sistema que hizo su aparición estelar, al estilo de **Deep Blue**, ganando una competición de alto nivel, aunque en este caso más compleja que la anterior. En 2011, Watson ganó el popular concurso televisivo **Jeopardy!** frente a los dos máximos campeones de este programa, en el que se realizan preguntas sobre cultura y conocimiento de todo tipo. Lo primero de todo fue que Watson tuvo que ser capaz de entender las preguntas y las respuestas que daba, para lo cual ayudaron sus 200 millones de páginas de contenido almacenadas en su sistema. También tuvo que realizar jugadas inteligentes a la hora de sopesar la elección de las categorías y cuando tuvo que apostar una cantidad en la ronda final.

Desde entonces, el **IBM Watson** se ha convertido en el estandarte de los sistemas cognitivos, *procesamiento de lenguajes naturales y el razonamiento y el aprendizaje automático*. Esta tecnología se está utilizando actualmente para ayudar en los tratamientos contra el cáncer, el comercio electrónico, la lucha contra el cibercrimen o la banca internacional.

Además, Google ha logrado seguir los pasos de IBM y conquistar un juego tradicionalmente de humanos, en concreto, **Go**. Se trata de un juego oriental tan antiguo como complejo: se dice que su tablero, de 19×19 cuadrados, permite más posiciones durante una partida que átomos hay en el universo.

En estos últimos años casi todas las grandes empresas tecnológicas y en particular de Internet, se han introducido gradualmente en Inteligencia Artificial ya sea con desarrollo propios o con la compra de empresas especializadas en aprendizaje automático y aprendizaje profundo. En 2014 Google compró DeepMind por 400 millones de dólares por una *startup* de 50 personas. Actualmente son 100 y es la empresa con el mayor número de expertos en *deep learning* del mundo. Twitter compró MadBits, una *startup* de inteligencia visual capaz de entender el significado de las imágenes y sus correlaciones. Apple compró en 2015 (5 de octubre) la empresa Perceptio que usa AI para clasificar fotos. Hay que citar también a Facebook, que en su última F8 (conferencia de desarrolladores, en marzo de este año) anunció las últimas capacidades de la empresa en inteligencia artificial. Sus sistemas no sólo pueden reconocer imágenes, sino también acciones en videos (por ejemplo, deportes) y pueden responder a preguntas sobre textos (VB).

Google usa el aprendizaje automático para completar las expresiones de búsqueda, y a menudo logra predecir acertadamente lo que busca el usuario. Facebook y Amazon usan algoritmos predictivos para ofrecer al usuario recomendaciones basadas en su historial de lecturas o compras. La IA es el componente central de los autos sin conductor (que ya son capaces de evitar choques y atascos de tráfico) y de sistemas de juego como AlphaGo de Google

DeepMind, la computadora que en marzo de 2016 derrotó al maestro de Go, el surcoreano Lee Sedol en un torneo a cinco partidos.

Han pasado dieciséis años desde que Google aplicó Page Rank, el algoritmo que intentaba averiguar lo que cada usuario estaba buscando. Google, el rey de la innovación, no inventó *machine learning*, pero sí sentó las bases de su uso masivo. *Machine learning* es el sustento de los sistemas de recomendaciones (Amazon, eBay, LinkedIn, Twitter), de detección de fraude, de reconocimiento de voz, de algoritmos para la predicción de enfermedades, delitos, averías en máquinas o tendencias de consumo.

Dada la amplitud de aplicaciones de la IA, todas las empresas necesitan imperiosamente integrarla en sus productos y servicios; de lo contrario, no podrán competir con otras que usen redes de recolección de datos para mejorar las experiencias de los clientes y guiar las decisiones empresariales. La próxima generación de consumidores crecerá con tecnologías digitales a su alrededor, y esperará que las empresas se anticipen a sus necesidades y entreguen respuestas instantáneas y personalizadas a cada consulta².

Hasta ahora, la IA ha sido demasiado cara o compleja como para permitir un uso óptimo en la mayoría de las empresas. Su integración con las operaciones habituales puede ser difícil, y generalmente demanda emplear a expertos en ciencia de datos. Por eso, muchas empresas siguen tomando decisiones importantes guiadas por el instinto en vez de la información.

Esto cambiará en los próximos años conforme el uso de la IA se extienda, con el potencial de hacer a cada empresa y a cada empleado más inteligentes, veloces y productivos. Los algoritmos de aprendizaje automático pueden analizar miles de millones de señales para redirigir llamadas de clientes al agente más adecuado, o identificar clientes interesados en la compra de un producto.

Tras muchos despegues fallidos, la inteligencia artificial ha progresado espectacularmente durante los últimos años, gracias en gran parte a la versatilidad de una técnica denominada “**deep learning**” (aprendizaje profundo). Partiendo de un volumen de datos suficientemente grande como para poder extraer información valiosa, redes neuronales artificiales profundas basadas en el funcionamiento del pensamiento humano, son susceptibles de ser enseñadas a hacer todo tipo de cosas.

Los avances en “aprendizaje profundo” —una rama de la IA que toma como modelo la red neuronal (o neural) del cerebro— tal vez permitan que asistentes digitales inteligentes ayuden a planear vacaciones tan bien como un asistente humano, o que las empresas evalúen las actitudes de los consumidores respecto de una marca según millones de señales originadas en redes sociales y otras fuentes de datos. En el ámbito de la salud, los algoritmos de aprendizaje profundo pueden ayudar a los médicos a identificar células cancerosas o anomalías intracraneales desde cualquier lugar del mundo en tiempo real.

APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

Machine Learning (ML) se traduce al español como “**aprendizaje automático**”, aunque también se suele traducir como “*aprendizaje máquina*”. Se suele considerar una rama de la inteligencia artificial que busca construir algoritmos que permiten a los computadores “aprender” a partir de conjuntos de datos y obtener como resultado un modelo que permita realizar predicciones basándose en dichos datos y no en instrucciones estáticas.

El aprendizaje automático es una disciplina que toma experiencias de otras disciplinas como la estadística, la complejidad computacional, ciencias de la computación e ingeniería. La expansión del aprendizaje automático como disciplina complementaria o autónoma de la inteligencia artificial se debe, esencialmente, al diluvio de los datos (*big data*) que se han producido estos últimos años y que hemos tratado ampliamente en capítulos anteriores.

Hoy en día el aprendizaje automático está más que nunca al alcance de cualquier programador. Para experimentar con estos servicios tenemos plataformas como IBM Watson Developer Cloud, Amazon Machine Learning, Azure Machine Learning, TensorFlow o BigML.

El aprendizaje automático busca construir algoritmos que permitan a los computadores “aprender” a partir de conjuntos de datos y como resultado producir un modelo que permite realizar predicciones basándose en dichos datos y no en instrucciones estáticas.

En esencia la máquina puede aprender a partir de la experiencia. Se trata de alimentar la experiencia de la máquina mediante objetos con los que entrenarse (ejemplos) para posteriormente aplicar patrones de entrenamiento de los datos. Existen diferentes tipos de algoritmos que dan diferentes categorías de aprendizaje

APRENDIZAJE SUPERVISADO

Requiere de la intervención de los humanos para indicar qué está bien y qué está mal (es decir, para proporcionar el refuerzo). En muchas otras aplicaciones de la computación cognitiva los humanos, aparte del refuerzo, también proporcionan parte de la semántica necesaria para que los algoritmos aprendan. Por ejemplo, en el caso de un *software* que debe aprender a diferenciar los diversos tipos de documentos que recibe una oficina, son los humanos los que inicialmente han de etiquetar un conjunto significativo de ejemplos para que posteriormente la máquina pueda aprender.

APRENDIZAJE NO SUPERVISADO

Consiste en entrenar una red exponiéndola a un gran número de ejemplos, pero sin “decirle” qué buscar. Por el contrario, la red aprende a reconocer características y a agruparlas con ejemplos similares, detectando así grupos ocultos, vínculos, o patrones dentro de los datos.

El aprendizaje no supervisado se emplea para buscar cosas de las que se desconoce su apariencia, por ejemplo: el rastreo de patrones de tráfico en busca de anomalías que pudieran corresponderse a un ciberataque, el análisis de grandes cantidades de reclamaciones de seguros para detectar fraudes, o agrupaciones de caras peludas que resultan ser gatos en Youtube.

APRENDIZAJE REFORZADO

Es un híbrido entre el aprendizaje supervisado y el aprendizaje no supervisado. Se basa en la psicología conductista y consiste en entrenar a una red neuronal para que interactúe con su entorno, retroalimentándola ocasionalmente con una recompensa. Su entrenamiento consiste en ajustar los pesos de la red para buscar la estrategia que genere mayores recompensas de manera más consistente.

DeepMind (empresa especializada en aprendizaje automático y profundo, comprada por Google) es el mejor ejemplo del éxito de este enfoque. En febrero de 2015 publicó un estudio en *Nature*, en que describe un sistema de aprendizaje reforzado capaz de aprender a jugar 49 juegos clásicos de Atari, asistiéndose únicamente de los píxeles de la pantalla y la puntuación. El sistema aprendió a jugar a todos y cada uno de ellos desde cero y alcanzó un nivel similar o superior al humano en 29 de ellos. En marzo de 2016, su programa AlphaGo derrotó a Lee Sedol, el segundo mejor jugador del mundo de Go.

APRENDIZAJE PROFUNDO

Es una subcategoría del aprendizaje automático, el **aprendizaje profundo** trata del uso de **redes neuronales** para mejorar cosas tales como el reconocimiento de voz, la visión por computador y el procesamiento del lenguaje natural. Rápidamente se está convirtiendo en uno de los campos más solicitados en **informática** (*ingeniería de sistemas o computación*). En los últimos años, el aprendizaje profundo ha ayudado a lograr avances en áreas tan diversas como la percepción de objetos, la traducción automática y el reconocimiento de voz (todas ellas áreas especialmente complejas para los investigadores en IA).

A principios de los años noventa, la utilidad de las redes neuronales artificiales se reducía a tareas tan simples como reconocer números escritos a mano. En

1999 Geoffrey Hinton³ y su grupo de investigación de la Universidad de Toronto publicaron sus primeras investigaciones sobre aprendizaje profundo. Éste investigador y su grupo han transformado la investigación en IA y ha recuperado investigaciones “abandonadas” sobre *visión computarizada, reconocimiento de voz, procesamiento del lenguaje natural y robótica*. En 2012 se lanzaron los primeros productos que entendían el habla –el asistente Google Now– y poco después han ido apareciendo aplicaciones que permitían identificar el contenido de una imagen, una característica que incorpora la aplicación Google Now.

Dos décadas después, varios grupos de investigadores descubrieron que las unidades de procesamiento gráfico (GPUs) se adecuaban exponencialmente bien para ejecutar algoritmos de aprendizaje profundo, dotándolos de una velocidad 100 veces superior. Los mismos chips que se emplean para recrear mundos imaginarios, resultan fantásticos para ayudar a los computadores (ordenadores) a comprender el mundo real a través del aprendizaje profundo.

Bengio (2016) define **aprendizaje profundo** como «una manera de referirse a la simulación de redes de neuronas que *aprenden* gradualmente a reconocer imágenes, a comprender el lenguaje o incluso a tomar decisiones. Esta técnica descansa en las redes neuronales artificiales, un elemento básico de la investigación actual en IA. Dichas redes no imitan exactamente el funcionamiento del cerebro, si no que se basan en principios matemáticos generales que, a partir de ejemplos, les permiten aprender a detectar personas u objetos en una fotografía, o a traducir los principales idiomas del mundo».

La arquitectura del aprendizaje profundo consiste en redes neuronales artificiales que tratan de reproducir el proceso de solución de problemas del cerebro humano. Una red neuronal está formada por capas. La información entra por la capa de entrada y una serie de neuronas artificiales organizadas en capas “escondidas u ocultas” procesan la información, aplicándole distintos valores numéricos aleatorios o “pesos” y enviando el resultado a la capa de salida. Así, por ejemplo, en el caso de un reconocimiento facial, la entrada puede corresponder a varios rostros que se analizan en cada capa de la red antes de discernir su identidad, empezando por la capa de entrada, luego cada capa oculta identifica rasgos cada vez más complejos, y finalmente produce una salida con el resultado de la imagen correcta y descartando las restantes imágenes.

Una red neuronal es un sistema de programas y estructuras de datos que se aproxima al funcionamiento del cerebro humano. Una red neuronal suele implicar un gran número de procesadores que funcionan en paralelo, teniendo cada uno de ellos su propia pequeña esfera de conocimiento y acceso a datos en su memoria local. Habitualmente, en un principio una red neuronal se “adiestra” o se alimenta con grandes cantidades de datos y reglas acerca de las relaciones (por ejemplo, “un abuelo es más viejo que el padre de una persona”). Luego, un programa puede indicar a la red cómo comportarse en respuesta a un estímulo externo (por ejemplo, a un dato que introduce un usuario de computador

(ordenador) que está interactuando con la red) o puede iniciar la actividad por sí misma (dentro de los límites de su acceso al mundo externo).

Una red profunda, con muchas capas escondidas, es capaz de distinguir con gran detalle las propiedades de los datos de entrada. Entrenar una red supone ajustar los pesos internos de las neuronas, de manera que sea capaz de responder del modo deseado cuando se introduzca una entrada concreta.

Cuanto más profunda sea una red, mayor será su capacidad de abstracción y de alcanzar mejores resultados. **El aprendizaje profundo está demostrando ser de gran utilidad para resolver una gran amalgama de problemas de diversa índole.** Google lo emplea para refinar los resultados de su algoritmo de búsqueda, mejorar la interpretación de las peticiones de voz que realizan los usuarios a su asistente personal Google Now, mejorar su traductor... y ayudar a sus vehículos autónomos a comprender mejor su entorno. El sistema informático Watson de IBM, que es capaz de responder a preguntas enunciadas en lenguaje natural, consiguió superar a los mejores concursantes en el famoso programa de la televisión estadounidense *Jeopardy!* Asimismo, el aprendizaje profundo está siendo puesto a prueba para desarrollar nuevos fármacos por compañías farmacéuticas como Merck.

Google emplea *Deep Learning* en sus algoritmos de reconocimiento de voz e imagen, Netflix y Amazon lo utilizan para adelantarse a tus gustos y los investigadores del MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts) para predecir el futuro.

El *Deep Learning* toma conceptos básicos de la **IA** y los enfoca en la resolución de problemas del mundo real a partir de redes neuronales profundas que imitan la forma en que nuestro cerebro toma decisiones. Es decir, emplea los datos que conoce para tomar decisiones sobre datos nuevos. Por eso es la tecnología más similar al funcionamiento cerebral humano.

En el *enfoque Deep Learning* se usan estructuras lógicas que se asemejan en mayor medida a la organización del sistema nervioso de los mamíferos, teniendo capas de unidades de proceso (neuronas artificiales) que se especializan en detectar determinadas características existentes en los objetos percibidos. La visión artificial es una de las áreas donde el *Deep Learning* proporciona una mejora considerable en comparación con algoritmos más tradicionales. Existen varios entornos y bibliotecas de código de *Deep Learning* que se ejecutan en las potentes GPUs modernas tipo CUDA, como NVIDIA cuDNN.

El *Deep Learning* representa un acercamiento más íntimo al modo de funcionamiento del sistema nervioso humano. Nuestro encéfalo tiene una microarquitectura de gran complejidad, en la que se han descubierto núcleos y áreas diferenciados cuyas redes de neuronas están especializadas para realizar tareas específicas.

“**Deep learning**” (aprendizaje profundo). A partir de un volumen de datos suficientemente grande como para poder extraer información valiosa, las redes neuronales profundas basadas en el funcionamiento del pensamiento humano son susceptibles de “enseñarles” a hacer todo tipo de cosas.

Desde el algoritmo que emplea Google para ordenar los resultados de su buscador, hasta el complejo (y todavía imperfecto) sistema de conducción autónoma de Tesla, pasando por el motor de recomendaciones de Amazon y los asistentes virtuales de compañías como Apple y Microsoft, la inteligencia artificial es el motor de todos ellos.

APRENDIZAJE AUTOMÁTICO *FRENTE A* APRENDIZAJE PROFUNDO

Para entender qué es el aprendizaje profundo, lo primero que hay que hacer es distinguirlo de otras disciplinas que pertenecen al campo de la IA.

Una consecuencia de la IA fue el **aprendizaje automático**, donde el computador (ordenador) extrae conocimiento a través de **experiencia supervisada**. Esto solía implicar a un operador humano que ayudaba a la máquina a aprender proporcionándole cientos o miles de ejemplos de formación y corrigiendo manualmente sus errores.

A diferencia de lo que ocurre con el aprendizaje automático, el aprendizaje profundo está menos sometido a supervisión. Implica, por ejemplo, la creación de redes neuronales a gran escala que permiten que el ordenador (computador) aprenda y “piense” por sí mismo sin necesidad de intervención humana directa.

El futuro

El aprendizaje profundo promete muchos avances, haciendo que la construcción de **automóviles sin conductor** y la creación de mayordomos robóticos constituyan posibilidades reales. Aún están limitados, pero lo que pueden lograr resultaba impensable hace sólo algunos años. Y el ritmo al que avanzan no tiene precedentes. La capacidad de analizar conjuntos de datos masivos y de utilizar el aprendizaje profundo en sistemas informáticos que puedan adaptarse a la experiencia, en lugar de depender de un programador humano, conducirá a avances tecnológicos de gran calado. Abarcan desde descubrimientos de medicamentos o el desarrollo de nuevos materiales, hasta la **creación de robots con un mayor nivel de consciencia acerca del mundo que los rodea**.

En España también existen empresas que aplican los conocimientos de *machine learning* en beneficio de sus clientes. Una de las más importantes es Inbenta, dedicada al desarrollo de software de procesamiento de lenguaje

natural. Su tecnología permite que una máquina entienda y recuerde la conversación con una persona gracias a la incorporación de la retención cognitiva, memoria y detección de contexto en las interacciones de sus máquinas y los usuarios.

El aprendizaje tiene numerosas aplicaciones en el campo de los asistentes virtuales en los departamentos de atención al cliente de las grandes empresas y en sus comunicaciones en general, como *emails*, *chats*..., y en sectores como la banca, los seguros, los transportes, el *retail* o las telecomunicaciones.

Otro de los exponentes españoles del *deep learning* es Sherpa, una empresa que ha diseñado un sistema que combina funciones de buscador, asistente personal y modelo predictivo, pensado para dispositivos móviles. Es una de las competencias internacionales de los cuatro grandes asistentes del mercado: Siri de Apple para dispositivos iOS; Google Now y Google Assistant para móviles Android; Cortana de Microsoft y Alexa de Amazon.

Aplicaciones reales de aprendizaje profundo

Traducción automática, como es el caso de Google Translate.

Asistentes personales como Siri, Cortana, Alexa, Google Assistant... en teléfonos inteligentes.

Coches (carros) autónomos sin conductor.

Asistencia médica en casos como interpretación de radiografías, tomografías o resonancias magnéticas, y los datos médicos van a poder organizarse con base en patrones muchos más eficientes.

El éxito del aprendizaje profundo se basa en muchas características, pero destacamos: la velocidad de cómputo se ha duplicado gracias a «unidades de procesamiento gráfico (GPU) diseñadas inicialmente para los videojuegos lo que permitió entrenar a redes de gran tamaño en tiempos razonables, y los algoritmos se han beneficiado de la disponibilidad de grandes volúmenes de datos (*big data*) etiquetados para los cuales era posible encontrar la respuesta correcta (por ejemplo, gato) al inspeccionar una fotografía en la que un gato es sólo uno de los componentes» [Bengio 2016:53].

EL FUTURO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL: EL APRENDIZAJE PROFUNDO

Una gran noticia para la inteligencia artificial y el aprendizaje profundo se produjo en 2017. El Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento⁴ en la categoría de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) —el premio español más reconocido en el mundo tecnológico y uno de los más reconocidos a

nivel internacional— ha sido concedido en su novena edición (enero 2017) al, ya citado, investigador en inteligencia artificial Geoffrey Hinton, “por su trabajo pionero y profundamente influyente” a la hora de lograr que las máquinas sean capaces de aprender, señala el acta del jurado. El científico galardonado “se ha inspirado en cómo funciona el cerebro humano y en cómo ese conocimiento puede ser aplicado para dotar a las máquinas de la capacidad para desempeñar tareas complejas como lo hacen los humanos”.

Geoffrey Hinton es catedrático de Ciencias de la Computación en la Universidad de Toronto e investigador en Google, ha recibido el galardón por su trabajo pionero y profundamente influyente en el campo del aprendizaje automático. Fue contratado por Google poco después de que los programas para reconocimiento de imágenes y de voz que él y su grupo habían desarrollado resultaran mucho mejores que los utilizados hasta entonces. Desde entonces, la investigación de Hinton ha impulsado el desarrollo acelerado de aplicaciones de inteligencia artificial que ya empiezan a llegar al mercado: desde programas de traducción automática y clasificación de fotos, a los sistemas de reconocimiento de voz, los asistentes personales como Siri y los coches autónomos y sin conductor.

COMPUTACIÓN COGNITIVA

Computación cognitiva (*cognitive computing*) no está incorporada como término completo en el DRAE (Diccionario de la Real Academia Española). Sin embargo, buscando los términos por separado nos encontramos las siguientes definiciones.

Computación: «conjunto de conocimientos científicos y técnicas que hacen posible el tratamiento automático de la información por medio de computadoras». *Cognitiva*: «perteneciente o relativo al conocimiento». *Cognición*: sinónimo de conocimiento, y conocimiento tiene varias acepciones; las más próximas a computación: «1. Acción y efecto de conocer; 2. Entendimiento, inteligencia, razón natural».

En resumen, computación cognitiva se puede considerar de la manera más simple como un sistema para conseguir que las computadoras piensen de forma humana o que se acerquen de la manera más fiel posible al funcionamiento del cerebro humano.

La computación cognitiva siempre ha estado ligada a la evolución de la inteligencia artificial, pero han sido los avances en *big data* y *big data analytics*, en aprendizaje automático y aprendizaje profundo, y procesamiento de lenguaje natural, los grandes habilitadores de la disciplina. En la actualidad y en la era de la industria 4.0 se trabaja con dispositivos como sensores, cámaras, micrófonos, drones y otros, que capturan información del medio y se puede considerar que son los sentidos de la computadora que tratan de asemejarse a los del humano: vista, oído, tacto, gusto y olfato, además del habla.

La computación cognitiva está muy relacionada con el tipo de problemas que sólo los humanos pueden resolver con su conocimiento y el uso del lenguaje natural, asociándolos con los sistemas cognitivos artificiales. Se trata de dotar a las máquinas de procesos similares a los procesos mentales de los humanos, de tal manera que las propias computadoras puedan interactuar y relacionarse con las personas. Su objetivo final es conseguir que la actividad de las máquinas se acerque lo máximo posible a la actividad que sucede en el cerebro humano.

Los algoritmos de aprendizaje automático y más aún, de aprendizaje profundo por su característica principal de incorporación de técnicas de redes neuronales profundas, busca desarrollar sistemas artificiales capaces de imitar a los humanos en aspectos como el aprendizaje de la propia experiencia, la constante adaptación del contexto y la interactividad entre distintos sujetos. De este modo, los sistemas de computación cognitiva utilizan los algoritmos específicos para el reconocimiento de voz, reconocimiento facial utilizando técnicas de procesamiento de lenguaje natural.

LA COMPUTACIÓN COGNITIVA EN LA ERA DE BIG DATA

La computación cognitiva en la actualidad, pretende extraer conocimiento de los grandes volúmenes de datos que se generan a una velocidad creciente y de una gran variedad, y hacer un uso inteligente de esos datos que se encuentran disponibles en diferentes formatos. El conocimiento se puede obtener del análisis de la información procedente de múltiples fuentes de datos —sensores, textos, videos, redes sociales, fotografías. El análisis de todos estos datos nos proporciona conocimiento para tomar decisiones, pero también las técnicas y herramientas de analítica predictiva, que permiten una gran capacidad para conocer las tendencias de futuro para las organizaciones y empresas.

El gran cambio de la computación cognitiva es que sus tecnologías se entrenan y aprenden a partir de su propio conocimiento y no de programación, como la computación tradicional. La computación cognitiva permite trabajar con el sistema como si tuviéramos un experto asesor (asistente virtual) que aprende rápidamente todo aquello que pueda necesitar el usuario. Cada vez es más posible entrenar a un sistema cognitivo para que asesore a los empleados de una empresa (banca, administración, etc.) como si fuera un experto humano con años de experiencia en un determinado tema. Ejemplo de ello es Watson de IBM.

Los empleados podrán utilizar la computación cognitiva para aumentar su productividad o solucionar problemas del modo más rápido y eficiente. Aunque los riesgos de su utilización son altos, la computación cognitiva se ha de ver como una gran oportunidad para el empleado y no como una amenaza.

La computación cognitiva en la actualidad está liderada por IBM con su supercomputador Watson, aunque los *bots* y *chatbots* (robots virtuales) forman parte de esta disciplina y los proveedores de inteligencia artificial van desde

grandes hasta pequeñas y medianas empresas dirigidas por jóvenes emprendedores.

IBM WATSON

IBM decidió hace varios años cambiar su modelo de negocio principal para enfocarse en las tecnologías cognitivas a través de su supercomputador Watson, la referencia central del fabricante.

Watson se hizo famoso al competir en 2011, en un famoso concurso de tv estadounidense de preguntas, *Jeopardy!*, y derrotar a sus dos oponentes humanos, como lo hiciera en 1977 el supercomputador *DeepBlue*, que ganó a Gary Kasparov –campeón mundial– jugando al ajedrez.

IBM Watson es una plataforma tecnológica que utiliza procesamiento del lenguaje natural y aprendizaje automático para revelar información clave de las grandes cantidades de datos no estructurados.

Watson es el primer sistema cognitivo diseñado de modo que los computadores no se programan, sino que son capaces de entender el lenguaje natural de las personas y aprender. Se ha convertido desde el 2011 en una tecnología comercial accesible a través de la nube y que tiene clientes en numerosos sectores y países del mundo, entre ellos España, donde gracias a la colaboración con CaixaBank ha aprendido, además de técnicas financieras, el lenguaje español.

IBM Watson es un sistema informático de inteligencia artificial diseñado para realizar labores de computación cognitiva (entre ellas el procesamiento de lenguajes naturales y el razonamiento y el aprendizaje automático), desarrollado sobre la tecnología DeepQA de IBM. Es una plataforma tecnológica que utiliza procesamiento del lenguaje natural y aprendizaje automático para analizar y revelar información clave de las grandes cantidades de datos no estructurados.

En la práctica, Watson analiza datos no estructurados (artículos, reportes de investigación, datos empresariales, de redes sociales, de sensores...) usando procesos del lenguaje natural para entender la gramática y el contexto; entiende preguntas complejas evaluando los posibles significados y determinando qué es lo que se está preguntando, y contesta a las preguntas más exigentes de sus clientes; extrae “casi en tiempo real” información clave de documentos, descubre y presenta información, patrones y relaciones entre datos. Watson aprende sobre un nuevo tema antes de contestar preguntas relacionadas. Utiliza algoritmos de aprendizaje automático investigando en grandes volúmenes de datos (*big data*) para encontrar las muchas respuestas posibles.

Watson se utiliza hoy día en un gran número de aplicaciones en todo tipo de sectores, desde empresariales e industriales hasta la administración, la universidad y la investigación. Uno de los proyectos relacionados con IBM Watson

es el Centro de IBM Watson para Internet de las Cosas⁵ –un centro de referencia mundial con sede en Múnich, Alemania, inaugurado el 15 de diciembre de 2015– y la plataforma expresa para ciberseguridad inaugurada a finales de mayo de 2016 y disponible comercialmente.

IBM Watson⁶ es la primera plataforma de tecnología de computación cognitiva abierta. Representa una nueva era en la computación, en la cual los sistemas comprenden el mundo de la manera en que lo hacen los humanos: a través de los sentidos, el aprendizaje y la experiencia. Watson aprende continuamente, acumulando valor y conocimiento con el tiempo, a partir de interacciones previas. Con la ayuda de Watson, las organizaciones aprovechan el poder de la computación cognitiva para transformar industrias, ayudar a los profesionales a hacer mejor su trabajo y resolver desafíos importantes.

Definición de IBM Watson de Cognitiva⁷

«Una plataforma tecnológica que utiliza procesamiento del lenguaje natural y aprendizaje automático para revelar información clave de las grandes cantidades de datos no estructurados»

CÓMO FUNCIONA WATSON

En los cuatro años desde su triunfo en el programa televisivo de preguntas y respuestas Jeopardy!, IBM sigue agregando y ampliando los límites de lo que Watson puede hacer. En la modalidad de entrega por la nube, Watson también se usa por la comunidad de desarrolladores y empresarios a través de un entorno de desarrollo abierto. Éste ofrece la plataforma más avanzada y diversa para que construyan aplicaciones con tecnología cognitiva. Para promover aún más esta plataforma, IBM tiene tres unidades de negocio dedicadas: Watson, creada para el desarrollo de tecnologías de computación cognitiva a través la nube. Funciona para la comercialización en una gran variedad de industrias. Watson Health, dedicada a mejorar la capacidad de médicos, investigadores y aseguradoras. Obtiene nuevos conocimientos a partir de los datos de salud personal que se generan. Proporciona soluciones “llave en mano” para prestaciones de salud personalizadas. Watson IoT, que da sentido a los datos incorporados en más de 9 mil millones de dispositivos que operan en el mundo en la actualidad. Estos producen 2,5 trillones de bytes de nueva información a diario. Interpretar estos datos de la internet de las cosas (IoT) genera una oportunidad de mercado significativa, estimada en USD 1.700 millones para 2020. IBM actualmente trabaja en una variedad de proyectos para ampliar el conocimiento de dominios de industria de Watson. También hace esfuerzos por traducir el sistema en árabe, español, portugués brasileño y japonés. Se proyecta agregar más idiomas en el futuro.

Según fuentes de la propia IBM⁸, Watson se usa para expandir la especialización y mejorar la toma de decisiones. Sus áreas incluyen salud,

servicios financieros, legislación, comercio minorista y educación. Hoy cientos de clientes y asociados tienen proyectos activos en marcha con Watson. Ellos se encuentran en 36 países alrededor del mundo y en más de 29 industrias. Se estima que este trabajo se intensificará a medida que IBM extienda Watson a nuevos sectores y geografías.

BOTS Y CHATBOTS

¿Qué es un bot? Un **bot** es un software de inteligencia artificial diseñado para realizar una serie de tareas por su cuenta y sin la ayuda del ser humano, como hacer una reserva en un restaurante, marcar una fecha en el calendario o recoger y mostrar información a los usuarios. El modelo más frecuente de bot es el *chatbot*, un robot capaz de simular una conversación con una persona y por ello cada vez están más presentes en las aplicaciones de mensajería.

Numerosas plataformas de mensajería han ayudado a popularizar el uso y desarrollo de chatbots. La plataforma **Kik Messenger**, que cuenta con 275 millones de usuarios, lanzó una tienda de *bots*, entre los que destacan un *bot* para enviar a los internautas vídeos Vine de Twitter y otro que manda notificaciones a los usuarios sobre la compañía de maquillaje Sephora. Twitter también ha incorporado *bots* en su plataforma, como es el caso de uno que tuitea en el momento en que se registra un terremoto. Otra de las plataformas sociales que también ha incorporado esta tecnología es **Telegram**.

Pero sin lugar a dudas es Facebook el principal exponente de los *chatbots*, ya que en la conferencia anual de desarrollares estas herramientas para operar en su canal de mensajería Messenger son parte central. La función que llevarán a cabo será facilitar la relación entre cliente marcando así cómo responder a los usuarios con los denominados 'mensajes estructurados', los cuales incluyen un título, una imagen, una descripción y una URL.

¿Quién los fabrica? Además de las plataformas citadas anteriormente, son numerosas las empresas fabricantes de software que desarrollan sus propios bots o bien facilitan las API necesarias para que los desarrolladores puedan construir sus propios bots. La multinacional Microsoft y la plataforma Slack son dos de las compañías que más están apostando en la creación de estos softwares.

LOS ASISTENTES VIRTUALES

Un **bot** (también llamado asistente virtual personal) es un programa informático basado en inteligencia artificial que imita el comportamiento humano para realizar diferentes tareas o funciones por su cuenta y sin la ayuda de un ser humano. El *bot* es capaz de comunicarse con los seres humanos (a través de

texto, voz, emociones...) manteniendo una conversación con una persona utilizando el lenguaje natural en dicha conversación. Un **chatbot** (*chatter bot*) o *bot conversacional*, es el modelo de *bot* más popular, capaz de simular una conversación con una persona y se ha integrado en las aplicaciones de mensajería, tipo *chat*. El chatbot ofrece un servicio a través de una conversación con el usuario y fundamentalmente por esta razón comienzan a estar muy presentes en aplicaciones de mensajería.

Los asistentes virtuales más populares son: *Siri* de Apple (para sistemas operativos iOS y Mac) es el más conocido, dado que también es uno de los más populares desde su incorporación a los teléfonos móviles iPhone y tabletas iPad; *Cortana* de Microsoft incorporado al sistema operativo Windows 10; *Google Now* y *Google Assistant* para el sistema operativo móvil Android. Sin embargo, muchos de los grandes fabricantes de computación, tanto de hardware como de software, así como empresas pequeñas innovadoras están creando plataformas comerciales de bots a las que empresas clientes o particulares pueden conectarse y también desarrollar sus propios asistentes virtuales. Estos son los casos del ya mencionado *Watson* de IBM, Amazon con su plataforma *Echo* y asistente virtual *Alexa*, Google que ha convertido su *Google Now* en una nueva plataforma denominada *Google Assistant*, *Facebook Messenger* con su plataforma *M* para bots presentada en abril de 2016 que facilitará APIs (interfaz de programas de aplicación) para el desarrollo de sus propios *chatbots* por empresas y particulares, que los podrán integrar en su propia red social. Samsung ha comprado en 2016 el asistente virtual *Viv* y tiene el proyecto de incluirlo en todos sus productos (aparatos de televisiones, teléfonos...). Además de estas plataformas de las grandes empresas de computación, han nacido empresas que han creado sus propias plataformas de bots y que tienen también cientos de millones de usuarios, como es el caso de *Kik* y *Slack*, diseñadas especialmente para clientes empresariales y profesionales.

Sherpa es una plataforma española para *chatbots* que ha conseguido bastante popularidad al nivel de su competencia en los últimos años.

APLICACIONES DE LOS BOTS

Algunas aplicaciones de asistentes citados anteriormente son:

El asistente virtual **Cortana** de Microsoft, **Siri** de Apple o **Alexa** de Amazon con su altavoz *Echo* –por citar algunos ejemplos– pueden actuar como agentes inteligentes y son capaces de interactuar con bots para la ejecución de aplicaciones de comercio electrónico o soluciones de atención al cliente, ya sea con programas de gestión de relaciones con los clientes (CRM) o con *call centers*.

WeChat –una aplicación de mensajería instantánea muy popular, ha desarrollado sus propios bots– que permiten, por ejemplo, realizar reservas de

hotel, confirmar citas médicas o comprar entradas para el cine a través de mensajes de texto que son interpretados por bots.

Google Assistant, apoyado por el servicio de mensajería **Allo**, lanzado en septiembre de 2016, y basado en aprendizaje profundo (*deep learning*) pretende dar respuestas predictivas de modo instantáneo y tiene la capacidad de aprender sobre el usuario y las personas con las que se relaciona habitualmente para hacer sugerencias u ofrecer información. La revista *Hosteltur*⁹ en su número de julio-agosto (2016) describe numerosas aplicaciones de *bots* en la industria del turismo, y en particular comenta diferentes aplicaciones presentadas en la feria Fiturtech 2016. Así, en el caso de *Google Assistant* cita algunas aplicaciones de interés: “Por ejemplo, si una persona habla con un contacto sobre una cita para cenar, el asistente virtual de Google le ofrecerá restaurantes y la posibilidad de realizar la reserva sin salir de la aplicación *Allo* (lanzada oficialmente en septiembre de 2016) y teniendo en cuenta sus preferencias culinarias permitirá acceder a recorridos virtuales de hoteles, restaurantes u otros recursos turísticos basados en tecnología *StreetView* (la aplicación de *Google Maps*) que estarán integrados”.

Elies Campo (2016)¹⁰, en un artículo de referencia sobre el tema de chatbots publicado en el periódico *El País* considera que “Empresas y gobiernos serán los primeros en beneficiarse de esta tendencia de aplicaciones conversacionales, ya que por fin se podrán comunicar de manera privada de la misma forma en que lo hacen sus clientes y ciudadanos”. También en el mismo artículo destaca, en su opinión, los *tres principales tipos de aplicaciones y oportunidades de los chatbots*:

«Las aplicaciones conversacionales para el usuario final, que ofrecen un servicio y experiencia única y resuelven un problema concreto. Asistentes virtuales, asesores financieros, entrenadores personales, etc.

Software de *backend* y herramientas para poder gestionar conversaciones de atención al cliente. Compañías, organizaciones y gobiernos se comunicarán e interactuarán con sus clientes y ciudadanos a través de mensajería.

Los medios de comunicación y periodistas tendrán una nueva manera de comunicarse con su audiencia, distribuir su contenido y facilitar la participación de la audiencia. Para una creciente mayoría de medios de comunicación la mensajería ya es su principal distribución de contenidos».

ASISTENTES VIRTUALES EN PÁGINAS WEB DE ORGANIZACIONES Y EMPRESAS

A continuación, listamos algunos asistentes virtuales en uso en numerosas páginas web de organizaciones y empresas:

- **Elvira**, asistente de la Universidad de Granada, con una interfaz elaborada con apariencia de ser humano y que trata de dar respuestas acerca de información de la web: (<https://www.ugr.es/http://tueris.ugr.es/elvira>).
- **Irene**. Ayuda en la compra de billetes de tren en Renfe. (<http://consulta.renfe.com/renfe0/index.jsp>).
- **Anna**. Asistente al usuario en la compra de muebles en IKEA -cadena de almacenes. (www.ikea.com/es/es)

LOS BOTS: ¿LAS NUEVAS APLICACIONES MÓVILES?

Existe una tendencia creciente de sustitución de aplicaciones móviles por *bots*. Esta es la opinión de Satya Nadella, presidente de Microsoft, quien en la presentación de su plataforma de *bots* planteó que en lugar de tener que utilizar multitud de aplicaciones móviles, los usuarios podrán interactuar con los *bots* de una manera mucho más natural utilizando su propio lenguaje. Con este motivo, Microsoft –y muchos de los gigantes tecnológicos o empresas especializadas– facilitará el desarrollo de *bots* compatibles con su plataforma por parte de empresas y usuarios finales.

En Facebook, pocos meses después de la presentación de su plataforma M (Messenger) de *bots* en abril de 2016, se han abierto más de 30 000 *chatbots* para ofrecer servicios personalizados. El cometido principal de estos *chatbots* es facilitar la relación entre el cliente y la marca, y desde la propia red social de la empresa. Facebook permite de esta manera que la red social de la empresa pueda ser el canal de comunicación con clientes, proveedores, socios... utilizando un *chatbot* propio de la empresa como complemento a las funcionalidades características de su red social.

VOZ

En los últimos años, prácticamente todos los gigantes tecnológicos, de Google a Apple pasando por Microsoft, han presentado su propio asistente virtual de voz. Google se sumó a las otras grandes multinacionales del software y en 2016 lanzó Google Assistant, pensado para facilitar tareas cotidianas en el hogar a través del lenguaje.

Cada vez más, los usuarios prefieren aparcar el teclado y comunicarse con los dispositivos a través de la voz. Aplicaciones de mensajería instantánea como Facebook, Messenger y WhatsApp ya hace tiempo que han incorporado esta funcionalidad. Según Google, alrededor del 20% de las búsquedas realizadas con Android en Estados Unidos se hacen con voz.

PLATAFORMAS DE *BOTS*

En 2017 los *bots* y los *chatbots* seguirán siendo una de las tendencias más disruptivas de la inteligencia artificial y de las ciencias de la computación. Las plataformas de mensajería más utilizadas y populares como Facebook y Skype anunciaron en 2016 las ofertas a los desarrolladores que desearan soportar aplicaciones de *chatbots* en sus propias plataformas. Al mismo tiempo, otras plataformas de mensajería como Slack y Telegram desarrollaron sus propios almacenes de *bots* (al estilo de los almacenes de aplicaciones) con el objetivo de potenciar sus líneas de negocios y atraer inversores.

Las plataformas de mensajería permiten construir sus propios *bots*. Esta posibilidad es una gran oportunidad para muchas empresas, que de no ser por ello no les quedaría otra opción que desarrollar de modo completo sus *bots* empresariales. De esta manera, bastará integrarse con las API que ofrecen estas plataformas y desarrollar sus propios *bots* al estilo de una app de teléfono inteligente. Las plataformas más populares para desarrollar *bots* son las siguientes:

- **Facebook Messenger.** Desde el lanzamiento de su plataforma en abril de 2016, se han asociado a las páginas de Facebook más de 25.000 *bots* y, en consecuencia, se está convirtiendo en una plataforma ubicua al permitir que las comunicaciones de la empresa se realicen de modo omnicanal pero a través de la propia red Facebook.
- **Kik.** Es una de las plataformas de mensajería y de *bots* más populares con cientos de millones de usuarios.
- **Telegram.** Es una plataforma muy joven (se lanzó en 2013) pero con más de 100 millones de usuarios. Su característica más destacada es su propiedad de seguridad avanzada y encriptación.
- **Skype.** El servicio de mensajería y llamadas por voz mediante videoconferencias, ofrece la posibilidad de desarrollar *bots* incorporándolos a su propia cuenta de usuario.
- **Twitter.** Esta red social también permite el desarrollo de *bots* en su plataforma.
- **WeChat.** Ya lo comentamos con anterioridad. Su gran ventaja es ser el programa líder en mensajería en China.
- **Slack.** Es una plataforma de mensajería de grupos diseñada para funcionar en ambientes grupales de trabajo. Proporciona uno de los primeros almacenes de *bots* (*bots stores*) de la industria, de modo que los equipos pueden desarrollar e instalar con gran facilidad sus propios *bots*.

- Aplicaciones tradicionales de SMS y de correo electrónico permiten utilizar plataformas de API como el caso de Twilio para construir *bots* a partir de SMS y *bots* de correo electrónico usando proveedores como Lonelybots.

CHATBOTS DE EMPRESA: EL CASO DE LA ATENCIÓN AL CLIENTE

Las empresas comienzan a incorporar asistentes virtuales, por ahora preferentemente, en sus servicios de atención al cliente y de modo experimental. Los servicios ofertados, todavía con restricciones, son muy variados: servicios de atención, recomendadores virtuales, buscadores, centros de atención al cliente -sustituyendo o ampliando las funciones de los “call centers”- o chatcenters, automatización de ventas, campañas de marketing en redes sociales, etc. Comienzan a utilizarse en servicios de hostelería y también como secretarios y asesores virtuales personales. En la actualidad la mayoría de los chatbots están integrados en plataformas como las ya comentadas anteriormente: Facebook, Twitter, Slack, Line o Telegram, entre otras.

Algunos casos de éxito recogidos de la prensa especializada¹¹ son:

Skyscanner. Un comparador de vuelos integrado en Facebook Messenger que ayuda a los viajeros a encontrar vuelos económicos o sugerir destinos en el caso de indecisión.

Destinia. Agencia de viajes española con un chatbot integrado en Facebook Messenger que ofrece un asistente para búsqueda de hoteles en su plataforma. El programa simula una conversación de atención al cliente, peticiones, reservas, cancelaciones de hoteles y también de búsqueda de otros servicios como vuelos.

ImaginBank. Es el banco móvil de La Caixa -uno de los tres grandes bancos españoles- y ha sido el primer *chatbot* financiero de España y desarrollado por ella misma. Funciona también a través de Facebook Messenger. Ofrece servicios de atención a los clientes sobre servicios financieros del banco. Está muy dirigido a los clientes “millennials”. Da buena información sobre preguntas concretas y promociones disponibles.

Mahou. La empresa cervecera española Mahou ha lanzado una iniciativa pionera en gran consumo. Permite a los usuarios de Facebook informarse en tiempo real sobre propuestas de ocio en Madrid, especialmente relacionadas con la cerveza, tapas, restaurantes, etc.

AirEuropa. La línea aérea española ha elegido Twitter para la puesta en marcha de su primer chatbot de atención al cliente. Se utiliza a través de su sección Mensajes de igual forma que si se fuese a enviar un mensaje privado a la compañía. El chatbot se ejecuta y pregunta sobre opciones preferidas por el cliente. Es bueno para conocer el estado de un vuelo, datos como la puerta de

embarque, retrasos, etc. Caso de no poder responder adecuadamente, el chatbot redirige a un operador.

Ticketmaster. La compañía pionera en puntos de venta de entrada y centros de llamada en todo el mundo, se ha especializado en la búsqueda semántica y en procesamiento de lenguaje natural. Resuelve gran número de preguntas y dudas de sus clientes.

Moovit. Es un chatbot especializado en transporte. El chatbot de la aplicación está integrado en tiempo real con Facebook Messenger. Dado que la aplicación tiene gran número de usuarios y cuenta con muy buena información de transporte público en más de 800 ciudades de todo el mundo, es un buen asistente para la planificación de desplazamientos y sugiere trayectos utilizando, preferentemente, la red de transporte público.

Correyvuela. Es una aplicación de economía colaborativa que está conectado a la red social Facebook y además de sus servicios usuales ofrece un servicio de venta de vuelos a través de su chatbot.

CASO DE ESTUDIO: ALEXA DE AMAZON¹²

Alexa es el asistente inteligente virtual de Amazon y fue presentado en la mayor feria electrónica de consumo del mundo, CES 2017 de las Vegas, para su integración a múltiples dispositivos: teléfonos móviles inteligentes, coches (carros) y electrodomésticos. Otro objetivo de Amazon es potenciar sus negocios y sus tiendas de comercio electrónico.

Algunas de las aplicaciones presentadas por Alexa son: sincronización con el teléfono inteligente para llamar, poner música o incluso solicitar un taxi; un acuerdo con el fabricante de coches Ford, donde Alexa actuará como copiloto permitiendo al conductor buscar direcciones o conocer información del vehículo mediante órdenes en voz alta. De igual forma, se integrará en electrodomésticos como en el caso del fabricante Whirlpool, que presentó una lavadora controlada con la voz, o el fabricante de teléfonos Huawei que tiene previsto traer presinstalado Alexa en su nuevo modelo, el Mate 9.

Amazon presentó también su altavoz para el hogar, Echo que integra el asistente virtual Alexa y que ya se comercializa en los Estados Unidos, Gran Bretaña y Alemana (a principios de 2017). El usuario puede interactuar con su entorno en forma natural formulando preguntas o dando órdenes del tipo: “Alexa, prende la lavadora” o “Alexa, ¿está apagado el horno?”.

La interconexión del asistente virtual Alexa y su altavoz Echo para el hogar, potenciará también la explosión del Internet de las cosas y el fomento del comercio electrónico, ya que se podrá hacer la compra de artículos de todo tipo por voz y a través del teléfono inteligente.

CASO DE ESTUDIO: SLACK

Slack es una plataforma de mensajería que ha sido creada para trabajar en equipo. Es un sistema avanzado de mensajería instantánea pensada para la oficina y grupos de trabajo, muy utilizada por las empresas para que sus trabajadores se comuniquen entre sí. Dispone de varias herramientas incorporadas con la finalidad de facilitar las tareas de comunicación entre ellos, principalmente mediante *chats* de grupo y, últimamente, mediante *chatbots*.

Una de las últimas grandes propuestas de Slack es que ha abierto su API (interfaz de programación de aplicaciones) lo que permite comunicarse con ella ya sea desarrollando sus propios *chatbots*, o bien seleccionado uno de su oferta. Slack se ha convertido en una tienda de *bots* al estilo de las tiendas de *apps* (*bots store*), de manera que existen *bots* que los directivos de la empresa pueden utilizar para mejorar su productividad, ya que es cuestión de seleccionar la oferta que mejor se adapta a sus necesidades. En esencia Slack es una plataforma colaborativa para trabajo en grupo.

Aparte del gran número de usuarios, Slack ha alcanzado una gran notoriedad como tecnología emergente y disruptiva. *MIT Technology Review*¹³, la revista de referencia del MIT de Massachusetts, ha publicado en un número extraordinario —enero 2017— las diez tecnologías más disruptivas de 2016, entre las que se incluyen tecnologías muy diferentes: desde robots, almacenes de DNA *app*, interfaces conversacionales... y la gran sorpresa es que ha sido seleccionada Slack.

¿Cuáles son las razones por las que la revista del MIT ha seleccionado a Slack como tecnología disruptiva de 2016? Las razones son: sistema de mensajería intra-oficina que se describe como el software de espacio de trabajo de más rápido crecimiento del mundo que se haya visto nunca. Sobrepasa dos millones de usuarios diarios en menos de tres años desde su lanzamiento en 2013. Es un software de comunicación fácil de utilizar que está sustituyendo al correo electrónico como un método para realizar trabajos de oficina. Lee Gomes, el autor del artículo que aporta las razones del éxito de Slack, dice que éstas residen en ser un lugar centralizado para comunicarse con los colegas a través de mensajería instantánea y *chat* —recientemente con *chatbots*— y que puede reducir el tiempo gastado en el correo electrónico.

Slack como plataforma colaborativa facilita las conversaciones entre colegas del mismo grupo de trabajo o diferentes, y mejora grandemente la productividad. La propia revista señala otros softwares de comunicación de la competencia, también relevantes: Quip, Hipchat y Microsoft, que a finales de 2016 para hacer frente a la competencia de Slack ha lanzado especialmente Microsoft Team integrado con Office 365. En 2017 la competencia será muy fuerte, sobre todo

con la publicidad que le ha otorgado a Slack su selección en la *MIT Technology Review*, además en forma gratuita.

En su página web (www.slack.com) sólo en inglés, en enero de 2017 se puede ver la cantidad de ofertas de la plataforma colaborativa Slack, tales como: mensajería, llamadas telefónicas, videoconferencias, compartición de todo tipo de archivos, imágenes, archivos PDF, documentos, hojas de cálculo... e incluso puede sincronizar con documentos almacenados en Google Drive, Dropbox o Box.

En resumen, es una herramienta para trabajo en grupo (*groupware*, *groupwork*) que si se cumplen las predicciones de la revista del MIT, puede llegar a convertirse en una herramienta de trabajo de ofimática y de gestión empresarial que integrará todas las herramientas de comunicación actuales y futuras utilizadas en el trabajo diario en la oficina, fuera de ella, en el teletrabajo y restantes modalidades colaborativas.

CASO DE ESTUDIO: BIXBY DE SAMSUNG (ABRIL 2017)

El 20 de marzo de 2017, la empresa Samsung presentó el *chatbot* Bixby que vendrá instalado de serie en sus nuevos teléfonos inteligentes Galaxy S8 que también presentó en el mismo mes de marzo (día 28). El asistente virtual de Samsung es un servicio en la nube y tiene como novedad importante que se pretende conectar a todo tipo de productos de la compañía surcoreana, desde televisores hasta frigoríficos o sistemas de aire acondicionado ya que está integrado en Tizen, el sistema operativo propio de Samsung para electrodomésticos y terminales de todo tipo.

Bixby tiene un botón de acceso directo en el lateral del terminal y podrá controlar con la voz, algunas aplicaciones -en principio- y realizar casi las mismas funciones que desde la pantalla. Samsung tiene previsto como novedad el lanzamiento de un kit de desarrollo de software (SDK) para que los desarrolladores de aplicaciones puedan integrar BixBy en sus programas. Algunas de las funciones destacadas el día de la presentación son:

- Ejecución de comandos táctiles.
- Reconocimiento de imágenes.
- Traducción de idiomas (la versión original soporta 52 idiomas)
- Más información sobre usuarios.
- Aplicaciones compatibles. Proporcionará un kit de desarrollo de software y los desarrolladores podrán trabajar con las API de Bixby; por ejemplo, las API pueden ser de gran utilidad para los minoristas que busquen integrar en sus tiendas el asistente virtual.

La posibilidad de competir con sus otros rivales fabricantes de software como Apple, Microsoft, Amazon, Google... y con las plataformas de mensajería instantánea como Slack, Kik o Telegram, proporciona a Bixby una gran versatilidad. El año 2017 será decisivo para ver los progresos de los restantes asistentes virtuales y el propio Bixby.

LA SEGURIDAD EN LOS *BOTS*

Hemos visto las grandes ventajas que aportan los *bots*, pero también representan grandes riesgos para la seguridad de la información ya que pueden ser utilizados para realizar tareas maliciosas, como promover ciberataques, fraudes, robos, envío de *spam* y propagación de virus, entre muchas otras tareas delictivas. Por eso, el uso de *bots* impone la necesidad de establecer ciertos límites éticos en lo referente a su programación y sus funciones, asumiendo los riesgos que para las estrategias de ciberseguridad de las empresas deben contemplarse.

Los asistentes virtuales controlados por voz tendrán mayor presencia en los hogares

Los grandes avances en tecnologías de inteligencia artificial, aprendizaje automático (*machine learning*) y procesamiento de voz han llevado a que los asistentes virtuales por voz sean cada vez más precisos, y por tanto, más utilizados.

Siri de Apple fue el primer asistente virtual por voz en llegar a las masas, y para mediados del 2015 ya manejaba más de 1.000 millones de solicitudes de voz semanales. Luego Amazon puso a Alexa en el mercado, seguido por Microsoft con Cortana, y Google con Now y Assistant.

En 2017, los asistentes virtuales controlados por voz se integrarán más al ecosistema del hogar inteligente a través de altavoces inteligentes como Amazon Echo, Amazon Echo Dot y Google Home. Éstos se convertirán en compañeros de hogar que apoyarán en tareas rutinarias como encontrar una receta para cocinar, revisar el *email*, controlar las luces de la casa, escuchar recordatorios y otras habilidades. De hecho, Echo y Echo Dot fueron los productos más vendidos por Amazon en 2016.

Sabiendo que es más fácil hablar que teclear o hacer *click*, los gigantes de tecnología quieren llevar sus asistentes virtuales por voz al mayor número de hogares posible, por lo que están abriendo sus plataformas para fabricantes de *hardware* y desarrolladores de *apps*.

DECLARACIÓN DE BARCELONA SOBRE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Expertos e investigadores en inteligencia artificial, se reunieron en Barcelona, los días 7 y 8 de marzo de 2017, con el objetivo de reflexionar sobre la IA y elaborar un manifiesto que sirva de base para el desarrollo de la misma en toda Europa.

El debate “Inteligencia Artificial: sueños, riesgos y realidad”¹⁴ fue una iniciativa de B-Debate, Biocat y la Obra Social del banco La Caixa. Reunió durante los citados días a expertos de todo el mundo y como resultados de sus trabajos decidieron impulsar un manifiesto que sirviera de base para el uso adecuado de la inteligencia artificial en toda Europa. El grupo de científicos aprobó: “La Declaración de Barcelona para el desarrollo y uso de la inteligencia artificial en Europa” donde se dan las primeras recomendaciones sobre un uso adecuado y ético de la inteligencia artificial ya que consideraron puede poner en peligro las democracias en el mundo de la posverdad y proponen medidas para evitar los posibles usos maliciosos de sistemas basados en inteligencia artificial en cuyas aplicaciones según sus conclusiones Europa estaba rezagada.

RESUMEN

Se suele considerar a Alan Turing como el padre de la inteligencia artificial. El término fue acuñado en 1956 por los científicos John McCarthy, Marvin Minsky y Claude Shannon durante la conferencia de Dartmouth para referirse a “la ciencia e ingenio de hacer máquinas inteligentes, especialmente programas de cálculo inteligentes”.

Las tecnologías que han permitido la evolución de la inteligencia artificial y su llegada a todo tipo de organizaciones, empresas e industrias, así como a los sectores de la ciencia e investigación, administraciones públicas, etc., son: aprendizaje automático (*learning machine*), aprendizaje profundo (*deep learning*), procesamiento de lenguaje natural, redes neuronales artificiales, reconocimiento de voz y facial, unidades de procesamiento gráfico (GPU) que han permitido acelerar el proceso de las redes neuronales artificiales.

Además de las tecnologías anteriores, la gran expansión de la inteligencia artificial y computación cognitiva han sido las tecnologías de *big data*, junto con sus herramientas de analítica de datos avanzadas las que han conseguido integrarse con las citadas tecnologías.

Los *bots* y *chatbots* (*bots* conversacionales) son una de las herramientas de inteligencia artificial que mayor impacto tendrán en la sociedad en todos sus sectores. Los asistentes virtuales serán una de las mejores herramientas a

disposición de profesionales y directivos, así como usuarios domésticos, para su toma de decisiones.

Los *chatbots* basados en aplicaciones de mensajería instantánea son las más populares y se espera que en 2017 y siguientes años lleguen a grandes porcentajes de usuarios de teléfonos y dispositivos móviles (celulares).

Alexa de Amazon ha sido el chatbot de mayor impacto en la feria electrónica CES de Las Vegas celebrada a principios de enero de 2017.

Además de los *chatbots* de mensajería más populares, las empresas y organizaciones podrán utilizar sus propios asistentes virtuales integrados en plataformas específicas de *bots* como Slack, Kik, Telegram..., ya sea adquiriendo su *bot* específico en la tienda o almacenes de *bots* de las plataformas, o desarrollando sus propios *bots* integrados en las mismas plataformas o en las propias grandes empresas informáticas como Microsoft, Google, Facebook, Twitter, etcétera.

BIBLIOGRAFÍA

- **ARRABALES** Moreno, Raúl. *Deep Learning: qué es y por qué va a ser una tecnología clave en el futuro de la inteligencia artificial*. [en línea] <https://www.xataka.com/robotica-e-ia/deep-learning-que-es-y-por-que-va-a-ser-una-tecnologia-clave-en-el-futuro-de-la-inteligencia-artificial>. También Blog Cognitive Science del mismo autor: AI & Machine Consciousness. <http://www.conscious-robots.com/>
- **BELL**, Jason (2015). *Machine Learning. Hands-On for Developers and Technical Professionals*. New York: Wiley
- **BENGIO**, Yoshua. «Aprendizaje profundo». *Investigación y Ciencia*, agosto 2016, pp. 48-53.
- **CÍA**, Juan F. *Cómo el machine learning y el deep learning marcan el camino de la verdadera Inteligencia Artificial*, 18 Feb. 2015. [en línea] <https://bbvaopen4u.com/es/actualidad/como-el-machine-learning-y-el-deep-learning-marcan-el-camino-de-la-verdadera-inteligencia>
- **IIC**. Instituto de Ingeniería de Conocimiento. UAM Universidad Autónoma de Madrid. www.iic.uam.es
- **BBVAOpen4U**. *Cómo construir un chatbot conversacional: algunas herramientas* <https://bbvaopen4u.com/es/actualidad/como-construir-un-chatbot-conversacional-algunas-herramientas>

- **GONZÁLEZ, Jorge.** Creador de THINK&SELL. Serie excelente de artículos muy extensos y de gran rigor tecnológico de inteligencia artificial. [en línea]

Inteligencia artificial I: su impacto en tu vida

<http://thinkandsell.com/blog/inteligencia-artificial-i-impacto-vida/#more-4280>

Inteligencia artificial II: Qué es y cómo funciona

<http://thinkandsell.com/blog/inteligencia-artificial-ii-funciona/>

Inteligencia Artificial III: la ética del algoritmo

<http://thinkandsell.com/blog/inteligencia-artificial-iii-la-etica-del-algoritmo/#more-4291>

Inteligencia artificial IV: la batalla por la experiencia de cliente

<http://thinkandsell.com/blog/inteligencia-artificial-iv-la-batalla-la-experiencia-cliente/>

- **LECUN Y., BENGIO, Y. y HINTON, G. E. (2015).** «Deep Learning». *Nature*, Vol. 521, pp. 436-444.

<http://www.cs.toronto.edu/~hinton/absps/NatureDeepReview.pdf>

- **YUAN, Michael.** *A developer's guide to chatbots*. DeveloperWorks. IBM, 10 agosto, 2016.

<http://www.ibm.com/developerworks/library/cc-cognitive-chatbot-guide/cc-cognitive-chatbot-guide-pdf.pdf>

NOTAS:

¹ “Computing machinery and intelligence”. *Revista Mind*, nº59, 443-460, Alan Mathison Turing, 1950. En: Loebner Prize [en línea] <http://www.loebner.net/Prizetf/TuringArticle.html>

² Marc Beniof, presidente y CEO de Salesforce, en un artículo publicado en WEF:[en línea] <https://www.weforum.org/es/agenda/2016/09/la-revolucion-de-la-inteligencia-artificial-se-aproxima-rapidamente-pero-sin-una-revolucion-de-la-confianza-sera-un-fracaso> . 16 de septiembre, 2016

³ Sitio web de Geoffrey Hinton, uno de los creadores de la teoría de aprendizaje profundo, es excelente y muy recomendable para conocer la historia y evolución del

Deep Learning y viene a ser la investigación más sobresaliente sobre esta disciplina.
<http://www.cs.toronto.edu/~hinton/>

⁴ Noticia del periódico *Expansión*, 17 de enero, 2017.
<http://www.expansion.com/sociedad/2017/01/17/587dfb20e5fdea20048b456d.html>

⁵ Según IBM, este Centro es su mayor inversión en Europa en las dos últimas décadas. Contará con 1 000 expertos en Internet de las Cosas y en Industria 4.0. Integrará las tecnologías cognitivas de IBM con IoT, Industria 4.0 en la nube de IBM a través de la plataforma IBM Watson IoT Cloud. [en línea: <https://www-03.ibm.com/press/es/es/pressrelease/48491.wss>].

⁶<http://cognitiva.la/que-es-ibm-watson/>

⁷ Cognitiva es una empresa de soluciones cognitivas especializada en desarrollar las capacidades de Watson, con presencia en 23 países de habla hispana en Latinoamérica. [en línea] www.cognitiva.la/que-es-ibm-watson

⁸<http://cognitiva.la/que-es-ibm-watson/>

⁹*Ibid*, pp. 11-12.

¹⁰ Elies Campo Cid ha sido responsable del crecimiento y negocio de WhatsApp para España, Portugal y América Latina, *El País*, 11 abril 2016. [en línea]: http://tecnologia.elpais.com/tecnologia/2016/04/11/actualidad/1460348403_483191.html] [consultado 2-08-2016]

¹¹ M. Prieto. Chatbots: los asistentes digitales llegan a las empresas. *Expansión*, 26/03/2017 <http://www.expansion.com/economia-digital/innovacion/2017/03/26/58d126e8ca4741cc3b8b45d4.html>

¹² Javier G. Fernández, 14 de enero, 2017: [en línea] <http://www.expansion.com/economia-digital/companias/2017/01/14/587940f2e5fdae1758b461a.html>. 14 enero, 2017.

¹³ MIT Technology Review. Special Edition (enero 2017). 10 Breakthrough Technologies 2016. Lee Gomes. Slack, pp. 34-35.

¹⁴ Maite Ríos. "Barcelona define las bases de la inteligencia artificial en Europa". *La Vanguardia*, 9 de marzo, 2017, <http://www.lavanguardia.com/ciencia/fisica-espacio/20170309/42678964251/barcelona-manifiesto-bases-inteligencia-artificial-europa.html>

CAPÍTULO 9

LA ROBÓTICA. LOS ROBOTS COLABORATIVOS (*COBOTS*)

En el capítulo 8 dedicado a la inteligencia artificial, estudiamos los robots virtuales (*bots* y *chatbots*), los programas de software que incorporados a dispositivos —teléfonos inteligentes, altavoces, electrodomésticos...— se están convirtiendo en asistentes personales virtuales de gran interés y amplio uso en los pasados años, y cuya penetración seguirá creciendo en 2017 y años sucesivos.

Pero la robótica, la disciplina que estudia la concepción, diseño, construcción y utilización de robots industriales, es una disciplina bastante antigua y con una gran tradición industrial. En este capítulo se hará una breve descripción del estado del arte en la robótica y de la robotización de procesos industriales como parte importante de la transformación digital actual de la industria.

Los robots se pueden clasificar en tres grandes grupos: industriales, humanoides y colaborativos “**cobots**” (pensados expresamente para su colaboración con las personas y ayudarlas en sus tareas diarias, mejorando sus actividades profesionales, domésticas y sociales).

Los robots actuales son muy distintos de los primitivos robots y se acercan más a la realidad transmitida por películas de ciencia ficción que hoy día llega a los hogares y a las fábricas. Los robots tienen una gran presencia en todo tipo de industrias: automoción, aeronáutica, transportes, la defensa, la policía, el sector de la salud, etcétera.

ESTADO DEL ARTE DE LA ROBÓTICA

La robótica y la robotización industrial se encuentran en un alto nivel de expansión. Su fusión con la inteligencia artificial, el uso y el análisis de los grandes volúmenes de datos que detecta, genera y produce, unido al uso creciente de la nube, y la integración con el Internet Industrial de las Cosas y las estrategias de ciberseguridad para este sector, hacen que la robótica se haya convertido en uno de los pilares claves para la fabricación inteligente y por extensión a toda la industria 4.0.

La **Federación Internacional de Robótica (IFR)**¹ ha publicado su informe 2016 mundial sobre la robótica industrial, que está en clara expansión, ilustrado por la previsión de que 1,4 millones de nuevos robots serán instalados desde ahora hasta el 2019. Esto elevará a 2,6 millones el número de unidades desplegadas en todo el mundo. Este crecimiento deberá seguir un ritmo constante desde 2017 hasta 2019, con una tasa media de crecimiento anual de al menos un 13%. La industria del automóvil es actualmente el mayor consumidor, y representa el 70% de los robots instalados, seguido por la electrónica (18%) y la metalurgia (13%).

El informe de la IFR destaca que, en la carrera por la robotización, la Unión Europea está a cabeza, incluyendo los diez países con la mayor densidad de robots industriales (número de unidades por 10.000 empleados). Pero en términos de volumen de ventas, es China quien tiene el mayor potencial de crecimiento. Tanto es así que en el 2019 se espera que este país represente el 40% del mercado mundial. Luego vienen Corea del Sur, Japón y Estados Unidos.

En términos de tendencias tecnológicas, el informe destaca la investigación sobre la colaboración entre el hombre y la máquina, marcada por un cambio hacia los cobots, los robots con dos brazos y los modelos ligeros, así como soluciones móviles. A estas circunstancias se suman los factores de eficiencia energética y conectividad al Internet Industrial de las cosas.

El periódico económico *Cinco Días* —decano de la prensa económica española— publicó un amplio estudio sobre tendencias digitales para 2017, cuyo título central «Inteligencia artificial y robótica arrasarán con sigilo en 2017»², pronostica las tendencias tecnológicas previstas para ese año, y sus tendencias principales son la inteligencia artificial y la robótica. Cita el informe *Robot Revolution* del Bank of America Merrill Lynch en que se destaca que estas tecnologías generarán 153.000 millones de dólares para el año 2020.

Un mundo en que los robots de aspecto humanoide convivan con los humanos, realizando tareas ahora reservadas a las personas, es aún ciencia-ficción. Sin embargo, estos robots han salido ya de los laboratorios para llegar a los negocios e, incluso, al hogar.

Los tipos de robots que existen en la actualidad son muy numerosos y sus aplicaciones igualmente numerosas. Así, se pueden considerar robots marinos,

submarinos, aéreos, oruga, móviles, médicos, militares, juguetes robóticos, etcétera.

Desde el punto de vista de su impacto en la industria 4.0 y en la fabricación inteligente se pueden contemplar dos grandes grupos: robots industriales y no industriales, y dentro de ambas clasificaciones se pueden encontrar los citados anteriormente.

Una clasificación más adaptada a la realidad actual podría ser clasificar los robots en los siguientes grandes grupos: industriales, humanoides, colaborativos [**cobots**] –pueden entrar en cualquier categoría– y los robots o aplicaciones de software que vimos en el capítulo 8, robots virtuales (**bots**) y conversacionales (**chatbots**) o asistentes virtuales.

LA VISIÓN DE ROBÓTICA DE IDC

La consultora multinacional IDC –empresa de las revistas computerworld.com y cio.com– considera la robótica³ –«como una de los aceleradores (motores) de innovaciones que están conduciendo la transformación digital de las empresas: *El desarrollo tecnológico en inteligencia artificial, visión a través de computadoras, navegación, sensores MEMS, y tecnología de semiconductores* siguen impulsando innovación en la capacidad, el desempeño, la autonomía, la facilidad de uso, y la efectividad en costos de los robots industriales y de servicios».

IDC define **robótica**⁴ como una tecnología que comprende el diseño, construcción, implementación y funcionamiento de los robots para la industria, el gobierno y aplicaciones domésticas. Desde una perspectiva de aplicación se pueden clasificar como robots industriales, robots de servicios comerciales y robots de consumo. Aunque tradicionalmente los robots han sido empleados sobre todo en las industrias de automoción y del metal, están creciendo y aumentando su despliegue y su impacto en sectores como la electrónica, la salud, el *retail* (comercio minorista), salud (servicios de hospitales), logística, agricultura, utilidades y gobierno.

IDC publicó un informe de tendencias en robótica para el año 2017 que comentaremos al final del capítulo.

LA ROBÓTICA EN LA GENERACIÓN Y POSIBLES PÉRDIDAS DE EMPLEOS

La transformación digital de las fábricas está viniendo acompañada esencialmente por la robotización. Sus ventajas son innumerables, pero también están afectando al sector empleo. La automatización de procesos industriales

con la creciente incorporación de robots industriales y robots humanoides, y el peso específico de los robots colaborativos, está produciendo grandes beneficios a los productores de robots—como es el caso de España— y esta tendencia irá en aumento como lo demuestra los numerosos informes nacionales e internacionales sobre su uso y sus aplicaciones.

Sin embargo, están produciendo también grandes inquietudes en el sector laboral, ya que a sus bondades —como generadores de empleo, productividad, ingresos económicos y bienestar— hay que añadirle las preocupaciones por la posible desaparición de puestos de trabajo relacionados con el uso frecuente y masivo de robots en los procesos industriales y también en procesos empresariales. Estudiaremos en este apartado dos estudios rigurosos y muy fiables relacionados con el tema del empleo y realizados por dos organismos de reconocido prestigio internacional en sus ámbitos de actuación: el Foro de Davos del World Economic Forum y el Instituto McKinsey de la consultora multinacional McKinsey.

ESTUDIO DEL FORO DE DAVOS SOBRE EL FUTURO DEL EMPLEO (ENERO 2016)

El informe de 2016 del World Economic Forum, “*The future of Jobs and Skills*” presentando en Davos, en enero del mismo año, y que ha tenido una gran repercusión mundial, predijo para los próximos años la desaparición de 7,1 millones de empleos debido a la implantación de las tecnologías disruptivas que traería la cuarta revolución industrial, y especialmente la robótica unida a la inteligencia artificial, *big data* y el internet de las cosas. Por suerte, también considera la creación en el mismo periodo de 2 millones de empleos que traerían las nuevas profesiones y oficios para cubrir los nuevos puestos de trabajo derivados de las mismas.

El informe precisa que a causa de la automatización se perderán alrededor de los siete millones de empleo, de los que llama “empleos de oficina”. El estudio pronostica, sin embargo, que el desarrollo de las áreas de inteligencia artificial, robótica, nanotecnología e impresión 3D provocará la oportunidad de nuevos empleos ligados a las áreas de computación, ingeniería, arquitectura y matemáticas. Davos llega a aventurar que la sociedad camina a un modelo 20-80 para su funcionamiento. El 20% de trabajadores cualificados serán suficientes para asegurar el control de las máquinas y procesos productivos, y el 80% restante de la población sólo tendrá acceso a empleos de bajísima cualificación, serviles, y en su mayoría se verá condenada al desempleo estructural.

La fusión de la robótica con la inteligencia artificial y el análisis de los grandes volúmenes de datos (*big data*) producirá estos grandes procesos de

automatización y robotización de las plantas industriales y de numerosas estructuras sociales y empresariales.

ESTUDIO DE ROBOTIZACIÓN DEL MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE (ENERO 2017)

La robotización sustituirá a millones de trabajadores, pero no será rápido. Así comienza un artículo de la redacción de *El País*⁵ publicado el 13 de enero, al día siguiente de la presentación de un estudio realizado por el prestigioso Instituto McKinsey. El estudio considera que la inteligencia artificial y la robótica avanzan y amenazan 1,1 millones de trabajadores en el mundo, aunque el ritmo de automatización no será tan grande como auguran los pronósticos. Como aspecto positivo el informe se refiere a datos previstos para la mitad del actual siglo.

El estudio concluye que muchos empleos pueden ser automatizados. Esta cifra equivale a 14.800 millones de euros en salarios. Entonces, cabe preguntarse, ¿deberán pagar impuestos los robots, sus empresas propietarias...? El informe considera que los puestos de trabajo completos que pueden ser automatizados sólo llegará al 5%. Por suerte este estudio parece que es más optimista que el del Foro de Davos, justo de un año antes.

LOS RIESGOS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA ROBÓTICA

El nuevo software de inteligencia artificial de procesamiento de lenguaje natural –que consigue leer y analizar un texto o un discurso– ya está llegando a la empresa y ofrecerá grandes oportunidades, pero también afrontará grandes retos. Si los avances en el procesamiento de lenguaje natural se unen a los avances en computación conversacional (que ya hemos comentado en el capítulo 8 y que viene integrado con los asistentes virtuales tanto en dispositivos móviles como en dispositivos específicos como el altavoz Echo de Amazon), estas tecnologías comenzarán a introducirse en el trabajo de los profesionales.

Este es el caso de una empresa aseguradora de Japón⁶ que, en diciembre de 2016, introdujo esta tecnología en la actividad diaria de la compañía, lo que originó la sustitución de 34 empleados. La aseguradora instaló un sistema de inteligencia artificial basado en Watson Explorer de IBM capaz de calcular los pagos a los asegurados, ya que tiene tecnología cognitiva que le hace pensar como un ser humano y tener conocimientos para responder a las consultas y peticiones de los clientes.

El costo económico de la automatización y el peligro de pérdidas de empleo se están convirtiendo en grandes preocupaciones de la sociedad. El informe de McKinsey menciona al sector del transporte como otro de los grandes afectados; los avances de los vehículos autónomos en los Estados Unidos según el referido

informe pueden afectar a 1,7 millones de conductores de camiones. Por suerte, el mismo informe habla de los costos económicos; en este caso, la sustitución de la flota de camiones en los Estados Unidos requeriría unos mil millones de dólares (unos 940 millones de euros) lo cual, evidentemente, es un dato que será preciso evaluar y lógicamente harán difícil la sustitución técnica en su totalidad, aunque ésta sea posible.

Donde existen más probabilidades de automatización es en las actividades relacionadas con requerimientos físicos⁷: manufactura (59% de las tareas), alimentos y alojamiento (73%), ventas a tiendas (53%). Curiosamente, las actividades de consultoría y auditoría podrán ser automatizadas en un porcentaje muy alto (86%), aunque en este caso la formación automatizada de los robots exigirá unos grandes esfuerzos de entrenamiento y adquisición de conocimiento.

Otras tareas reflejadas en el estudio propensas a la automatización son aquellas relacionadas con big data con un potencial medio de automatización, tales como: recolección y procesamiento de datos, administración (nóminas, facturas y suministros), agricultura, operaciones de grúas y recolección de basuras. En contraprestación, todos estos sectores laborales requieren la necesidad de buenos especialistas en analítica de datos.

En el sector financiero y de seguros, 50% de las ocupaciones pueden ser automatizadas. Las más difíciles de sustituir por máquinas son las que tienen que ver con gestión de personas (9%) o aplicación de conocimientos para la toma de decisiones, la planificación o la creatividad (18%). Aquí se incluye desarrollo de software y publicidad. Pero en salud se podría automatizar 36% de las tareas: depende de si es enfermera (30%) o dentista (13%). En educación se puede automatizar el 27% de las actividades.

ROBOTS COLABORATIVOS (*COBOTS*)

Los nuevos modelos de robots colaborativos (*cobots*) son los robots en este caso “humanoides” y que en unión de los robots virtuales o asistentes virtuales (*bots* y *chatbots*) configurarán la aparición de una nueva colección de robots de gran impacto en la industria, en las empresas, en el turismo, etcétera.

Una nueva generación de robots está llegando a las fábricas y cadenas de producción, así como muchos otros sectores como el turismo, la medicina, los centros comerciales o los aeropuertos: son los robots colaborativos que, a su vez, están originando una nueva tendencia en ingeniería: la **cobótica**.

Los avances en la tecnología de robótica y la miniaturización de los componentes electrónicos y procesadores, han permitido el nacimiento de una nueva era en la automatización industrial: la de los **robots colaborativos o «cobots»**. Éstos son una nueva generación de robots que, aprovechando la integración de la inteligencia artificial, así como el inmenso caudal de datos que

proporcionan los *big data* y el internet de las cosas, se están integrando con los humanos⁸ permitiendo trabajar de una manera estrecha a robots y personas humanas, sin restricciones de seguridad como las requeridas en aplicaciones típicas de robótica industrial. Los *cobots* son unas nuevas generaciones de robots que están llegando a las fábricas y otros sectores de la industria y la empresa, para colaborar en forma segura con los trabajadores gracias a los avances ya citados, además de las tecnologías visuales –realidad virtual y realidad aumentada– y la innumerable presencia de los sensores.

Los robots colaborativos se caracterizan por ser ligeros, flexibles y fáciles de instalar, están diseñados especialmente para trabajar en seguridad e interactuar con los humanos en un espacio de trabajo compartido sin necesidad de instalar vallas de seguridad, en una fábrica, un taller, un hotel... haciendo que los trabajadores sean más productivos ya que ayudan a reducir algunas o muchas de las tareas repetitivas que aquéllos hacen a lo largo de su jornada laboral.

Los *cobots* están permitiendo el nacimiento de una nueva era en la automatización industrial y en las cadenas de producción. Los robots colaborativos, al decir de los grandes expertos en robotización y *cobotización*, compiten con los robots industriales por la sencillez, flexibilidad y facilidad de programación. Se verán cada vez más en los procesos de producción y en sectores diferentes a los procesos industriales. Los robots colaborativos no compiten con los robots industriales tradicionales, simplemente son diferentes. La **robótica colaborativa** es una nueva forma de automatización industrial que complementa la actual oferta.

Un caso de estudio muy implantado es el sector de la hostería y el turismo. Hosteltur –la organización profesional de turismo– en su revista oficial⁹ (el número de julio-agosto de 2016) describe varias aplicaciones prácticas ya en funcionamiento que están trabajando en el diseño de robots sociales para ferias, museos y hoteles. Algunas de ellas son:

«Incorporación de robots a la plantilla de nuevos hoteles. 1) El hotel *Ghent Marriot*, en Bélgica, cuenta desde finales de 2015 con Mario, un robot que ayuda a los recepcionistas a efectuar el *check-in*, habla 19 idiomas e incluso entretiene a los clientes con sus bailes». Cita la revista un caso excepcional: «El hotel *Henna* situado en Nagasaki, es el primero del mundo en atender a sus clientes exclusivamente con robots. Cuenta con dos robots en recepción; dos en conserjería; uno en cada habitación que realiza las tareas usuales del servicio añadiendo pronósticos del tiempo, turismo, etc.; varios robots para transportar equipaje».

TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS DE LA ROBÓTICA COLABORATIVA

En general, casi todas las tecnologías de la Industria 4.0 tienen impacto en la industria de la robótica colaborativa, aunque en función de los casos y atributos

concretos de los productos podrán tener mayor o menor peso. Así en la actualidad, además de la integración ya mencionada de la inteligencia artificial, *big data* –preferentemente analítica predictiva– y la nube –donde se almacenarán todos los datos que requieren los **cobots** para su toma de decisiones– es preciso destacar las tecnologías que ya están llegando a la fábrica inteligente y a los robots como: simulación, realidad virtual, realidad aumentada, visión artificial y la fabricación aditiva de la mano de las impresoras 3D (y la futura, aunque todavía en investigación, la impresión 4D). Todas estas tecnologías, lógicamente, integradas en los sistemas ciberfísicos, en el caso de la fabricación flexible e inteligente. Una nueva generación de robots ha llegado a la fábrica para colaborar en forma segura con los trabajadores gracias a los avances en la tecnología visual y de sensores.

Peggy Hollinger¹⁰, en un artículo publicado en *Expansión* sobre los robots colaborativos, cuyo precio medio estima en 24.000 dólares, considera que podrían revolucionar la cadena de producción. Los avances tecnológicos y en inteligencia artificial sin duda ayudarán a corregir algunos de los fallos de los actuales cobots. Manejar cableado, textiles o cambiar de tarea siguen siendo una asignatura pendiente para los robots industriales. Las empresas niegan que los cobots acaben sustituyendo a los empleados; simplemente, los consideran una ayuda para los trabajos más "tediosos, sucios y arriesgados" que suelen rechazar los empleados.

Hollinger compara la cercanía de los operarios de los cobots con los robots industriales que siempre han estado apartados debido a que, por su enorme volumen y sus rápidos movimientos, su interacción con los empleados no se consideraba segura. «Para poder sacar el máximo partido de las nuevas herramientas robotizadas, cuenta el caso de una fábrica alemana que ha contratado a programadores altamente calificados que les asignan una serie de tareas fijas para evitar que hagan movimientos por sorpresa y de tal forma que cuando un empleado se cruza en su camino, estos robots se detienen automáticamente. Si el robot se necesita en otra parte de la fábrica, se le puede cambiar de sitio con facilidad. Esto les distingue de los gigantes brazos robotizados que se utilizan en las fábricas del sector de la automoción. En esta parte de la planta, un empleado ayudado por un banco de trabajo robotizado monta un sistema de tracción completo que se utilizará para alimentar la producción de todo tipo de productos, desde coches (carros) hasta refrescos. [...] En el resto de las instalaciones, un brazo robotizado ayuda a los empleados a cargar la maquinaria y a recoger componentes de los contenedores».

LA ROBÓTICA Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA FERIA DE HANNOVER MESSE 2017: *COBOTS* Y GEMELOS DIGITALES

La última feria Hannover Messe -con más de 60 años de existencia- se celebró entre los días 24 y 28 de abril de 2017 y como todos los años, es la referencia mundial en el sector industrial. Los sectores principales presentados en esta edición han sido:

- **Industria 4.0**
- Energía integrada
- Materiales y revestimientos inteligentes.
- Mantenimiento predictivo.
- **Cobots.**
- Eficiencia energética.
- **Gemelos digitales (*digital twins*)**

Unas de las tendencias más importantes presentadas en la feria se han referido a la consolidación de Industria 4.0 y han presentado las tecnologías más innovadoras que consideran esenciales para la conversión de una fábrica convencional o factoría tradicional en una fábrica inteligente 4.0 y que se agrupan en tres grandes tendencias o ingredientes principales como se muestra en el sitio web de la Feria¹¹: **Inteligencia Artificial, robots colaborativos (*cobots*) y gemelos digitales**, integrados en una automatización inteligente.

LOS *COBOTS* EN LA FÁBRICA INTELIGENTE 4.0

En la industria alemana según cifras hechas públicas en la Feria, se despliegan 290 robots multifuncionales por cada 10.000 empleados en el año 2017 y las previsiones son que el crecimiento continuará en los próximos años. Coincidiendo también con la Feria, la International Federation of Robotics -la mayor asociación mundial de robótica- predice que habrá alrededor de 1,4 millones de robots de nueva generación en servicio en factorías en todo el mundo en 2019. De estas cifras se esperan que un gran número estén constituidos por *cobots*.

Los *cobots*, como se pudo comprobar en la Feria, se han convertido en “colegas” de los operadores humanos y son parte de una nueva generación de robots. En lugar de reemplazar a los humanos trabajan con ellos como si fueran un operario más.

Las características más sobresalientes de los *cobots* presentadas en la feria (además de las ya tratadas en apartados anteriores) y publicadas en el sitio web oficial de Hannover Messe, se centran en los siguientes aspectos:

- Los *cobots* están en contacto directo con sus colegas humanos, al contrario que los robots industriales tradicionales que realizan su trabajo en silos o unidades físicamente aisladas.
- Los *cobots* utilizan tecnologías de sensores y mediante ellos observan los movimientos y posiciones de las personas para estar cerca de ellas y asegurar a los trabajadores directamente en su trabajo sin exponerlos a riesgos imprevistos. Los *cobots*, son autómatas diseñados especialmente para trabajar “codo con codo” con los operarios sin temor a posibles accidentes (se desactivan ante el riesgo de contacto con humanos lo que evita la instalación de celdas de protección).
- Los *cobots* son flexibles, fáciles de programar y fáciles de desplazar o mover. En algunos casos se puede leer en la página web, los *cobots* de la industria son ligeros (unos 10 kilogramos aproximadamente) que pueden ser transportados por una persona y puestos en funcionamiento cuando se requiera.

En España los *cobots* se utilizan en la industria del automóvil. La fábrica de la multinacional automovilista, Grupo PSA, en la ciudad de Vigo¹², según fuentes de la empresa ha sido una de las primeras del grupo automovilístico en utilizar *cobot* para automatizar tareas tales como lectura de códigos de barras o chips RFID. La empresa Citroën del Grupo PSA ha introducido *cobots* para realizar aquellos procesos más duros para el personal humano y también automatizar ciertas tareas que ofrecen riesgos, o son tediosas o muy repetitivas.

La siguiente tendencia fundamental en la factoría o fábrica inteligente de la feria de Hannover Messe ha sido, como ya se ha comentado, “los gemelos digitales”. Dado que si se cumplen las predicciones será una de las tendencias tecnológicas de impacto en el mundo de la robótica, le dedicaremos un apartado especial

LOS GEMELOS DIGITALES (*DIGITAL TWINS*)

Los gemelos digitales (*digital twins*) es un concepto conocido desde hace años, pero ha sido a finales de 2016 y sobre todo en 2017 cuando ha adquirido gran resonancia, por el auge del Internet de las Cosas, la Fabricación Aditiva (impresión 3D) y las técnicas de aprendizaje automático (inteligencia artificial) y, sobre todo, por el eco mediático que supuso en el ámbito tecnológico su inclusión como tecnología emergente para 2017 por la consultora Gartner, en octubre de 2016 y como una de las 10 tecnologías disruptivas de 2017 y con impacto en los siguientes tres años. Más recientemente su influencia ha aumentado cuando en la Feria De Hannover Messe de la que ya hemos hablado se la ha presentado como una innovación tecnológica que junto con los *cobots* y la inteligencia artificial constituyen los pilares de la fábrica inteligente 4.0.

Un **gemelo digital**, es un concepto de producto software que sirve como plantilla virtual para la producción que crece y se desarrolla en la fase de creación de un producto y permanece vinculado con el producto físico durante su ciclo de vida. Según Arno Reich, director de la Feria, durante su presentación oficial destacó los siguientes aspectos: «Para la industria los beneficios potenciales de los gemelos digitales son muy grandes; los desarrolladores pueden evitar el gasto de los prototipos físicos y las interacciones físicas sin fin de las pruebas mediante el uso del hermanamiento digital para ejecutar con rapidez a través de innumerables escenarios, desarrollar múltiples estrategias de solución y explorar e implementar opciones de mejora».

Con los gemelos digitales, los fabricantes prueban y validan digitalmente sus productos utilizando software de simulación construido al efecto (copias virtuales de objetos o servicios físicos). Es decir, son capaces de modelar y optimizar los flujos de productos a lo largo de todo el ciclo de vida de las máquinas antes de que se construyan, mediante el intercambio de datos entre ambos “gemelos” y la simulación completa del diseño, producción y uso futuro del producto, incluyendo en su caso a los proveedores. Con el gemelo digital el fabricante podrá, además, prever muchas disfunciones antes de sacar el producto al mercado.

El programa guarda datos sobre cada componente de la línea de producción y se almacena información sobre la siguiente fase o componente. Cuando se detecta una anomalía inminente, el sistema activa un gemelo digital que actúa en lugar de su contraparte física; de este modo, selecciona la máquina disponible para su reemplazo (identificando, p. e. un código QR) y permite al componente anterior adaptarse para continuar el proceso.

Los gemelos digitales facilitan a los productores actualizar o realizar cambios en sus líneas de producción sin una revisión global del sistema porque el software recuerda los cambios realizados en cada etapa de la cadena.

Los gemelos digitales, en nuestra opinión, actúan como un sistema GPS de un automóvil. Cuando el conductor introduce una dirección de destino, el sistema GPS procesa los datos, tarda un tiempo y propone una ruta de tráfico ideal para llegar al destino seleccionado. Sin embargo, el conductor, en algún momento determinado, decide no seguir la ruta recomendada, por la circunstancia que considera oportuna y toma otra opción distinta. El sistema GPS automáticamente (tras un periodo más o menos largo de proceso según claro el automóvil y el sistema GPS del mismo) considera la nueva vía seleccionada por el conductor, y ofrece otro nuevo itinerario, teniendo presente los cambios que ha introducido el conductor. Y así las veces que fuera necesario. Es decir, el sistema GPS, caso de que el trayecto calculado, no sigue como propone al conductor, por cualquier circunstancia, se adapta a los nuevos cambios que introduce el conductor y busca una nueva ruta que propone al conductor, teniendo en cuenta esos cambios realizados por el conductor.

En la práctica, un gemelo digital utiliza datos físicos sobre como los componentes de un dispositivo, así como los datos proporcionados por los sensores en el mundo físico, pueden ser utilizados para analizar y simular condiciones del mundo real, responder a cambios, mejorar las operaciones y añadir valor.

LOS ROBOTS INDUSTRIALES EN EL EMPLEO: NORMATIVA LEGAL

Entre los riesgos de la automatización de los robots, o más bien preocupaciones legales de su uso, la Unión Europea aprobó en enero de 2017 una propuesta de estudio sobre el impacto de los avances de la robótica en Europa.

La revista *infoPLC*, referencia española en automatización industrial, publicó el 16 de enero de 2017 una noticia de impacto relativa al uso profesional e industrial de los robots: «el **Parlamento Europeo**¹³ mostró su preocupación por el **impacto que los avances de la robótica pueden tener sobre el futuro del empleo**, la viabilidad de los sistemas de bienestar y la seguridad social en el caso de que estas tecnologías empiecen a reemplazar a los trabajadores de forma masiva, pues podría derivar en “un aumento de la desigualdad en la distribución de la riqueza”. La Comisión de Asuntos Jurídicos del Parlamento Europeo hizo público un informe en el cual se propone equiparar los derechos y obligaciones de los robots con los de los humanos y que paguen impuestos para poder sostener los sistemas de seguridad social, que se verían amenazados por su cada vez mayor presencia en el mercado laboral».

El informe, según *infoPLC*, apuntaba a obligar a las empresas a informar sobre la contribución en los resultados económicos de la compañía por parte de los robots y que estas máquinas paguen también impuestos y cotizaciones a la seguridad social. También se tiene en cuenta otro punto: ¿quién debe asumir la responsabilidad en caso de accidente?

El Parlamento Europeo, tras el trabajo de la Comisión correspondiente, aprobó el 16 de febrero de 2017 una *Resolución*¹⁴ y un *Anexo* sobre futuros robots civiles avanzados. Propone a la Comisión que legisle sobre Robótica e Inteligencia Artificial para aprovechar su potencial económico y garantizar niveles equiparables de seguridad en todos los países miembros. En la nota de prensa donde comunicaba la aprobación de la Resolución señala que: "La rápida evolución de la robótica requiere establecer normas comunes en toda la UE, para imponer, por ejemplo, estándares éticos y determinar la responsabilidad en caso de accidentes con coches (carro) sin conductor".

Sin embargo, la Cámara rechazó la propuesta inicial de enero del mismo año de abrir un debate sobre la posibilidad de gravar con un **impuesto a los robots para compensar los puestos de trabajo** que puedan destruir y sobre la introducción de

una **renta básica mínima** para estos desempleados. La Comisión no está obligada a seguir las recomendaciones, pero deberá explicar sus razones si no lo hace.

Propone estudiar medidas sobre la responsabilidad de estas máquinas, entre otras una posible personalidad jurídica, un seguro obligatorio para los robots y un fondo de compensación ante la ausencia de un seguro. Otras recomendaciones importantes:

- Creación de un registro de robots avanzado.
- Creación de una agencia europea para la Robótica y la Inteligencia Artificial.
- Estudiar la redacción de una Carta sobre la robótica.
- Estudio de código de conducta ético y unos principios éticos que habrían de seguir los diseñadores e ingenieros de los robots
- Otorgar a los futuros robots autónomos civiles inteligentes una “personalidad jurídica” y considerarlos “personas electrónicas”.

TENDENCIAS EN AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL PARA 2017

La citada revista y portal tecnológico *infoPLC*, referencia obligada en España y Latinoamérica en automatización industrial, publicó el 29 diciembre de 2016 sus *tendencias en automatización industrial para 2017*¹⁵ y que, por su influencia en el sector, exponemos a continuación. *La transformación en la industria* está siendo más rápida que nunca, manifiesta *infoPLC*, y agrupa 6 principales tendencias que experimentará la Automatización Industrial en 2017 y que confirman las tecnologías de industria 4.0:

1. **Cloud Automation – La piedra angular de la Industria 4.0.** La automatización se conecta a la Nube, y durante 2017 continuará tomando más importancia la conexión de máquinas y procesos a soluciones *Cloud* que permitan el análisis de todos los datos propiciando una industria cada vez más eficiente.
2. **¡Robótica ya está aquí!** El desarrollo de los robots colaborativos de gran importancia en su desarrollo.
3. **Ciberseguridad** – La clave para el desarrollo de la Industria 4.0.
4. **Monitoreo de Condiciones (*Condition monitoring*) y Mantenimiento Predictivo.** Destaca las soluciones habilitadas para el IIoT (Internet Industrial de las cosas) y el aprendizaje automático (*machine learning*) de gran aplicación en la gestión de robots.

5. **Modularización** – Líneas adaptadas a nuevas necesidades.
6. **AGV – Vehículo Guiado Automático.** Durante 2016 hemos visto cómo los AGV combinados con robots han empezado a utilizarse en la Industria; este año continuará esta tendencia de los vehículos autónomos.

TENDENCIAS DE ROBÓTICA PARA 2017 (IDC)

La consultora multinacional IDC de los Estados Unidos publicó un estudio de *Predicciones mundiales de robótica 2017 (y en el periodo 2017-2020)*¹⁶ el 10 de diciembre de 2016 y fue presentado por Bing Zhang, director de Investigación de *Worldwide Robotics and Asia Pacific Manufacturing Insights* de IDC, reveló las diez principales predicciones estratégicas y tendencias torales en robótica que brindan oportunidades y desafíos a los líderes de TI más allá de 2017.

1. **Robot como un servicio.** Hacia 2019, el 30% de las aplicaciones robóticas de servicios será en la forma del modelo de negocios de “*Robot as a Service*”, que permite reducir los costos en los despliegues de robots.
2. **Chief Robotics Officer.** Hacia 2019, el 30% de las principales organizaciones implementará el rol de “**CRO**, *chief robotics officer*” y definirá las funciones específicas de robots dentro del negocio.
3. **Panorama competitivo en evolución.** Hacia 2020, las compañías tendrán más opciones de proveedores y también nuevos jugadores que entrarán en este mercado de ICT de US\$ 80 000 para dar soporte a los despliegues de robots.
4. **Crisis de talentos en Robótica.** Hacia 2020, el crecimiento de la robótica acelerará la persecución de talentos, dejando el 35% de los puestos relacionados con robótica vacantes, en tanto el salario promedio aumentará al menos 60%.
5. **La Robótica enfrentará las regulaciones.** Se espera que en dos años los gobiernos comiencen a regular la actividad para preservar trabajos y para atender las preocupaciones acerca de la seguridad, salvaguarda y privacidad.
6. **Robot definido por software.** Hacia 2020, 60% de los robots dependerá de software basado en la nube para definir las nuevas habilidades, capacidades cognitivas y programación de aplicaciones, lo que llevará a la formación de un *marketplace* robótico en la nube.

7. **Robot colaborativo [cobot].** Hacia 2018, 30% de todos los despliegues de robots será de robots colaborativos inteligentes que operen tres veces más rápido que los robots actuales, y que a su vez serán más seguros en el trabajo con humanos.
8. **Red de robots inteligentes.** Hacia 2020, 40% de los robots comerciales se volverán conectados a una malla o red (*mesh*) de inteligencia compartida, lo que resultará en una mejora del 200% en la eficiencia operacional general robótica.
9. **Crecimiento externo a la fábrica.** Hacia 2019, 35% de las principales organizaciones en logística, salud, servicios públicos y recursos explorarán el uso de robots para automatizar las operaciones.
10. **Robótica para e-commerce.** Hacia 2018, 45% de las 200 compañías globales líderes en comercio *onmicanal* y de *e-commerce* desplegarán sistemas robóticos en sus operaciones de distribución y completado de órdenes en depósitos.

En la presentación del informe de predicciones de robótica, Bing Zhang anunció que para el futuro la adopción de la robótica sería masiva.

RESUMEN

La robótica es una disciplina que estudia la concepción, diseño, construcción y utilización de robots industriales. Es una disciplina, como tal, muy antigua y con una gran tradición industrial.

Los robots se suelen clasificar en tres grandes categorías: robots industriales, robots humanoides y robots colaborativos (*cobots*). A esta clasificación hay que añadir una cuarta categoría que ya hemos comentados, los robots virtuales (*bots* y *chatbots*) que si bien son programas de software integrados en dispositivos físicos, se pueden considerar y, de hecho, se consideran como robots virtuales o asistentes virtuales.

La Federación Internacional de Robótica (IFR, por sus siglas en inglés) es la asociación internacional de mayor prestigio y penetración en el sector de la Robótica.,

El World Economic Forum, en un informe presentado antes de la realización del Foro de Davos de 2016, hizo una previsión de pérdida de empleo de 7,1 millones de puestos de trabajo a causa de la robotización y la inteligencia artificial - principalmente- junto a otras tecnologías disruptivas de la cuarta revolución industrial. El mismo informe predecía que se crearán dos millones de empleos, debido a las referidas nuevas tecnologías. El resultado neto, si se cumplen las predicciones, es una pérdida de cinco millones de empleos. En el capítulo y en

capítulos sucesivos iremos analizando estas tendencias desde diferentes puntos de vista y su impacto en el mercado laboral.

Los *cobots* (robots colaborativos) son una nueva generación de robots que, aprovechando la inteligencia artificial, esencialmente, así como el tratamiento y análisis de los grandes volúmenes de datos (*big data*), generados por sensores y el internet de las cosas, constituyen una nueva forma de automatización industrial denominada robótica colaborativa (*cobótica*).

Los gemelos digitales es un nuevo concepto de modelo de software de un objeto físico o sistema que se basa en los datos de sensores para responder a los cambios, mejorar las operaciones y añadir valor. Éstos 'gemelos' están compuestos de metadatos, datos de eventos y de análisis. Los gemelos digitales se utilizarán en las empresas para reparar y planificar de forma proactiva el servicio de los equipos, los procesos de fabricación y mejorar la ejecución de las operaciones en las fábricas. Los gemelos digitales como se ha visto prácticamente en presentaciones reales de la feria ya citada de Hannover Messe (abril 2017) tendrán las mismas habilidades de los seres humanos y los dispositivos de vigilancia tradicionales, tales como medidores de presión o temperatura y válvulas.

La **fábrica inteligente** producto principal de la transformación digital de la industria 4.0 y presentada como una de las tendencias prácticas más sobresalientes de la Feria industrial de Hannover Messe celebrada en abril de 2017 es la fábrica o factoría futura que se apoya, principalmente, según resultados de diferentes exposiciones y demostraciones prácticas, en las tecnologías facilitadoras siguientes: inteligencia artificial, robots colaborativos (*cobots*) y gemelos digitales

BIBLIOGRAFÍA

- **BBVA.** *Robots: How Robotics will change our lives.* BBVA Innovation Center. Series Innovation Trends.
<http://www.centrodeinnovacionbbva.com/sites/default/files/ebook-cibbva-trends-robots-eng.pdf>
- **HANNOVER MESSE.** Feria industrial de Hannover.
<http://www.hannovermesse.de/home>
- **IDC.** *Top 10 Predictions for Robotics, 2017-2020.*
https://idc-community.com/manufacturing/manufacturing-value-chain/top_10_predictions_for_robotics_2017_2020
- **IFR.** International Federation of Robotics. <https://ifr.org/>

— UPV. Wiki de robótica.
<http://wiki.robotica.webs.upv.es/wiki-de-robotica/introduccion/clasificacion-de-robots/>

NOTAS:

¹ *La IFR analiza el boom del mercado de robots industriales. 24 de noviembre, 2016.*
http://www.automaticaeinstrumentacion.com/es/notices/2016/11/1/a-ifr-analiza-el-boom-del-mercado-de-robots-industriales-44257.php?page_cii720=5&IDC=1#.WH0PaVwwqDY

² *Marimar Jiménez. «Inteligencia artificial y robótica arrasarán con sigilo en 2017». En sección Empresa / Tendencias Digitales. Cinco Días. 2 de enero, 2017. pp. 4-5.*

³ https://idc-community.com/manufacturing/manufacturing-value-chain/top_10_predictions_for_robotics_2017_2020

⁴ *Ibid. IDC.* https://idc-community.com/manufacturing/manufacturing-value-chain/top_10_predictions_for_robotics_2017_2020

⁵
http://economia.elpais.com/economia/2017/01/13/actualidad/1484302845_716367.html

⁶ *El País, 5 de enero, 2017.*
http://economia.elpais.com/economia/2017/01/05/actualidad/1483619954_763547.html

⁷ *Datos del Informe de McKinsey del periódico El Financiero, de Costa Rica.*
http://www.elfinancierocr.com/tecnologia/McKinsey-robot-empleo-automatizacion_0_1099090091.html

⁸ *También se les suele conocer en algunos ámbitos académicos e industriales, como «robots humanoides».*

⁹ *Xavier Canalís et al. “La próxima revolución del turismo. Los robots toman el mando”. Madrid: Hosteltur, julio-agosto 2016, pp. 7-19. [en línea: www.hosteltur.com/edicion-impresas/robots-y-turismo-la-proxima-revolucion] [consultada 24-09-2016].*

¹⁰ *Peggy Hollinger. “Humanos y robots juntos en la fábrica”, El País, 16 de mayo, 2016.*
<http://www.expansion.com/economia-digital/innovacion/2016/05/16/5739f251e5fdeaf4778b4610.html>

¹¹ <http://www.hannovermesse.de/en/news/digital-twins-cobots-and-artificial-intelligence.xhtml>

¹² José Carneiro. *“Capital de la industria 4.0”*. *El Faro de Vigo, Vigo*, 16 de abril, 2017.

<http://www.farodevigo.es/economia/2017/04/16/vigo-capital-industria-40/1661234.html>

¹³ *infoPLC es el mayor portal web dedicado al mundo de la Automatización Industrial en español.* <http://www.infoplcn.net/actualidad-industrial/item/103872-robots-pagaran-impuestos>

¹⁴ <https://www.weforum.org/es/agenda/2017/03/la-robotolucion-llega-al-parlamento-europeo>

¹⁵ <http://www.infoplcn.net/blogs-automatizacion/item/103835-tendencias-automatizacion-industrial-robotica-cloud-2017>

¹⁶ https://idc-community.com/manufacturing/manufacturing-value-chain/top_10_predictions_for_robotics_2017_2020.

CAPÍTULO 10

CIBERSEGURIDAD

La Industria 4.0 está impulsando los procesos de digitalización de sistemas y procesos industriales. La transformación digital de las empresas y organizaciones con la integración de las nuevas tendencias tecnológicas como *Big Data*, *Cloud Computing* (la Nube) e Internet de las Cosas —como pilares nucleares— junto con la movilidad y medios sociales —ya integrados en la sociedad— están produciendo el advenimiento de la Cuarta Revolución Industrial.

Sin embargo, como señala el CCN-CERT de España en sus informes anuales, y en particular el correspondiente a 2016, se van incrementando: «el número, tipología y gravedad de los ataques contra los sistemas de información de las administraciones públicas y gobiernos, de las empresas e instituciones de interés estratégico o aquellas poseedoras de importantes activos de propiedad intelectual e industrial y, en general, contra todo tipo de entidades y ciudadanos». La necesidad de una estrategia de ciberseguridad en organizaciones y empresas, así como a nivel ciudadano, es una exigencia indispensable en el desarrollo de la gestión diaria.

Por estas razones, dedicamos un capítulo específico a la ciberseguridad desde una visión global, pero analizando con detalle su estado del arte y el futuro previsible con referencias concretas a España, Latinoamérica y el Caribe, junto con un análisis detallado de sus principios fundamentales, así como los factores más importantes de las ciberamenazas y las herramientas utilizadas por los

ciberatacantes, junto con la necesidad de una concienciación de empleados y ciudadanos en general ante la ciberseguridad de organizaciones y empresas.

Asimismo, se describen las estrategias de ciberseguridad a nivel nacional de España y de la Unión Europea, y se hace una breve descripción de la situación de la ciberseguridad extraída de estudios realizados por instituciones internacionales de la región de Latinoamérica y Caribe. También se analizan las tendencias en ciberseguridad realizadas por organismos y empresas como INCIBE, CCN-CERT, Telefónica... y otras empresas y consultoras especializadas en ciberseguridad.

¿QUÉ ES CIBERSEGURIDAD?

En la actualidad existen múltiples referencias tanto a ciberseguridad como a seguridad de la información. Como reconoce ISACA¹, estos términos suelen emplearse indistintamente, pero en realidad la ciberseguridad es una parte de la seguridad de la información. En general, reconoce ISACA que hay un gran número de factores —especialmente provenientes de la naturaleza interconectada de los sistemas de infraestructuras críticas— que han influido en el cambio de seguridad de la información a la ciberseguridad. En general, la ciberseguridad se refiere a cualquier cosa destinada a proteger a las empresas y a los individuos de los ataques intencionados, violaciones, incidentes y sus consecuencias. Específicamente, como veremos más tarde, ciberseguridad se refiere a la protección de los activos de información.

Existen numerosas definiciones del término ciberseguridad, no obstante nos centraremos en las definiciones dadas por dos organismos de referencia internacional: ITU e ISACA. En su sentido más amplio, es la seguridad en el ciberespacio (Internet y la Web).

En primer lugar, vamos a ver la definición de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones; ITU, International Telecommunications Union) que aprobó una definición de ciberseguridad en la Recomendación UIT-T X.1205²:

«La ciberseguridad es el conjunto de herramientas, políticas, conceptos de seguridad, salvaguardas de seguridad, directrices, métodos de gestión de riesgos, acciones, formación, prácticas idóneas, seguros y tecnologías que pueden utilizarse para proteger los activos de la organización y los usuarios en el ciberentorno. Los activos de la organización y los usuarios son los dispositivos informáticos conectados, los usuarios, los servicios/aplicaciones, los sistemas de comunicaciones, las comunicaciones multimedia, y la totalidad de la información transmitida y/o almacenada en el ciberentorno. La ciberseguridad garantiza que se alcancen y mantengan las propiedades de seguridad de los activos de la organización y los usuarios contra los riesgos de seguridad correspondientes en el ciberentorno. Las propiedades de seguridad incluyen una o más de las siguientes:

- confidencialidad;
- integridad, que puede incluir la autenticidad y el no repudio;
- disponibilidad»

Las propiedades de seguridad, confidencialidad, integridad y disponibilidad, se conocen como la triada de la seguridad de la información, CID (CIA, en inglés: *confidentiality, integrity, availability*), las cuales describiremos con mayor detalle más adelante.

Otra definición importante es la de ISACA (*Information Systems Audit and Control Association*), organización internacional de referencia en el campo del control y auditoría de los sistemas de información, que ha sido utilizada con frecuencia en publicaciones y conferencias de destacados directivos; define a la ciberseguridad³ como: «Protección de activos de información, a través del tratamiento de amenazas que ponen en riesgo la información que es procesada, almacenada y transportada por los sistemas de información que se encuentran interconectados».

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA CIBERSEGURIDAD

Los principios o propiedades de la ciberseguridad son la triada de la seguridad y algunos más que comentamos a continuación.

Confidencialidad. Protección de la información contra el acceso no autorizado o la divulgación. Dependiendo del tipo de información manejada, se puede requerir un mayor grado de confidencialidad; ésta se refiere —esencialmente— a la propiedad intelectual, cobertura de canales de comunicación, cifrado (encriptación) e inferencia y control de acceso.

Integridad. Protección de la información contra modificaciones no autorizadas, ya sea por personal o por procesos. La integridad debe aplicarse, por extensión, al software y a las configuraciones. Los datos han de ser consistentes tanto interna como externamente entre todas las entidades intervinientes y el mundo exterior. La integridad de los servicios de información se pueden controlar mediante registros y controles de acceso, firma digital, resúmenes criptográficos y cifrado.

Disponibilidad. Asegura el acceso confiable y a tiempo, al uso de los datos de los sistemas de cómputo. La disponibilidad garantiza que los sistemas funcionen adecuadamente cuando se necesiten y debe incluir salvaguardas para asegurarse de que los datos no se pueden eliminar en forma accidental o malintencionada. Un ataque de denegación de servicios (DoS) es un ejemplo de una amenaza frente a la disponibilidad. Ésta se puede proteger mediante copias de seguridad, controles de acceso y redundancia.

Otras propiedades. La ciberseguridad requiere también otras propiedades, como: autenticación (comprobación de la evidencia de la identidad del usuario), autorización (derechos y privilegios garantizados a una persona o proceso que facilita el acceso a los recursos de computación y activos de información), auditoría (se necesita mantener el aseguramiento operacional y las organizaciones requieren sistemas de auditoría y monitorización), contabilidad (responsabilidad) (capacidad para determinar las acciones y comportamiento de un individuo en un sistema y la identificación de ese individuo) y no repudio.

La contabilidad está relacionada con la propiedad de no repudio (*nonrepudiation*). No repudio se refiere al aseguramiento de que los mensajes e información sean originales y que la integridad de los datos ha sido protegida. También se garantiza que la parte emisora o receptora no puede negar o repudiar que enviaron o recibieron el mensaje o información. El no repudio se garantiza a través de firmas digitales y registro de transacciones.

CASO DE ESTUDIO. Todas estas propiedades básicas de la seguridad de la información y la ciberseguridad es una de las razones por las cuales, las tecnologías *blockchain* (cadena de bloques, véase capítulo 12) se han convertido a lo largo de 2016 en una tecnología disruptiva para las transacciones financieras en la banca digital y se espera su despliegue definitivo en el año 2017.

PRINCIPALES DIFERENCIAS ENTRE CIBERSEGURIDAD Y SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN⁴

En repetidas ocasiones se asocia el término *Ciberseguridad* al concepto de *Seguridad de la Información*, pero esto no es del todo correcto ya que existen algunas diferencias. “La Ciberseguridad busca proteger la información digital (activo de información) existente en los sistemas que se encuentran interconectados, y en consecuencia está comprendida dentro de la Seguridad de la Información”.

Dentro de la Norma ISO 27001 (*International Organization for Standardization*, ISO), se define el **activo de información** como los conocimientos o datos que tienen valor para una organización, mientras que en la misma norma, los **sistemas de información** comprenden a las aplicaciones, servicios, activos de tecnologías de información u otros componentes que permiten el manejo de la misma. Además de la norma anterior, otras normas a tener en cuenta son la familia ISO 27000.

En primer lugar, resaltamos que la **seguridad de la información tiene un alcance mayor que la ciberseguridad**, puesto que la primera busca proteger la información de riesgos que puedan afectarla, en sus diferentes formas y estados. Por el contrario, la ciberseguridad se enfoca principalmente en la información en formato digital y los sistemas interconectados que la procesan, almacenan o transmiten, por lo que tiene un mayor acercamiento con la seguridad informática.

Además, la seguridad de la información se sustenta de **metodologías**, normas, técnicas, herramientas, estructuras organizacionales, tecnología y otros elementos, que soportan la idea de protección en las distintas facetas de la información; también involucra la aplicación y gestión de medidas de seguridad apropiadas. Así, cuando se busca **proteger** el *hardware*, redes, *software*, infraestructura tecnológica o servicios, nos encontramos en el ámbito de la seguridad informática o ciberseguridad. Cuando se incluyen actividades de seguridad relacionadas con la información que manejan las personas, seguridad física, cumplimiento o **concienciación**, nos referimos a seguridad de la información.

Norma estándar de ciberseguridad ISO/IEC 27032

En octubre de 2012, la Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés) anunció la creación del estándar ISO/IEC 27032⁵ para la ciberseguridad. La organización explicó en su presentación oficial, que pretende garantizar la seguridad en los intercambios de información en la Red con este nuevo estándar, que puede ayudar a combatir el cibercrimen con cooperación y coordinación. Concretamente, proporciona un marco seguro para el intercambio de información, el manejo de incidentes y la coordinación para hacer más seguros los procesos. «La norma (ISO/IEC 27032) facilita la colaboración segura y fiable para proteger la privacidad de las personas en todo el mundo. Pretende ayudar a prepararse, detectar, monitorizar y responder a los ataques de ingeniería social, *hackers*, *malware*, *spyware* y otros tipos de software no deseado.»

LA CIBERSEGURIDAD EN TIEMPO REAL

Donaldson *et al* (2015)⁶, en un excelente libro de ciberseguridad dirigido a la empresa, hacen una breve reseña histórica descriptiva de cómo afrontar los retos de la ciberseguridad desde la perspectiva del impacto en la empresa. Los autores inician el relato comparando los ciberataques del mundo actual y los realizados en años pasados. Consideran que los ciberataques antiguos eran simples y además dirigidos a personas. Las ciberamenazas más importantes eran virus, gusanos y troyanos, que atacaban directa y aleatoriamente a personas conectadas con sus computadores a Internet, pero suponían pocas amenazas a la empresa ya que ésta, dotada de cortafuegos que miraban al exterior y con la protección antivirus que miraban hacia el interior, aparentemente estaba protegida y relativamente segura. Ocurría ocasionalmente un incidente, pero el sistema de protección de la empresa funcionaba, detectando y defendiéndola frente a los ataques de código malicioso y, normalmente, con éxito.

Sin embargo, Donaldson y sus colegas van analizando cómo los ciberataques comienzan a introducirse en las redes de las empresas de modo subrepticio. Los

ciberatacantes toman control de las máquinas infectadas y se conectan de modo remoto a los sistemas de mando y control de la organización; comienzan a capturar nombres de usuarios y contraseñas, que utilizan para conectarse a los sistemas y robar datos o dinero. Explotan las vulnerabilidades en el interior de la empresa y se mueven lateralmente entre computadores de la red y capturan las credenciales de modo creciente. También escalan el control hasta los administradores del sistema y lo consiguen, para, a continuación, realizar actividades que tienen planificadas.

Los autores realizan un estudio de los ciberataques de mayor impacto en la segunda década del siglo XXI (de 2011 a 2015) destacando, entre otros, el sufrido por la compañía Sony Pictures Entertainment, y otro de gran impacto producido a finales de octubre de 2016.

UNA BREVE MUESTRA DE CIBERATAQUES DE IMPACTO Y UNA PRIMERA REFLEXIÓN

Las noticias de impacto relativas a ciberseguridad se suceden casi sin solución de continuidad y, con frecuencia, la última noticia hace palidecer la anterior.

El mes de septiembre de 2015, Apple sufrió el mayor ataque informático de su historia y tuvo que retirar más de 50 aplicaciones que contenían un software malicioso (*malware*) que pretendía robar datos de los dispositivos de los usuarios. Unos meses antes, Sony Pictures Entertainment quedó paralizada por la intrusión de unos *hackers* que robaron más de 33.000 documentos con información comprometedora de la compañía y sus empleados, así como información de sus clientes junto a correos electrónicos. El propio Pentágono de los Estados Unidos ha sufrido ciberataques de diferentes índoles.

El viernes 21 de octubre de 2016 se produjo una oleada de ciberataques masivos que inutilizaron las páginas web de grandes compañías⁷, y la prensa mundial calificó éstos como los más graves de la última década. Los ciberataques se produjeron contra uno de los mayores proveedores de Internet, la empresa Dyn, que controla los servicios de páginas web de grandes compañías y medios de comunicación como Twitter, Spotify, Reddit, Airbnb, Netflix, Paypal, eBay... y medios de comunicación como *The New York Times*, *Financial Times*, *The Guardian*... Los ataques fueron de denegación de servicios, DDoS, y estimaciones publicadas hablaban de haber afectado a más de 1.000 millones de usuarios.

Durante el encuentro anual de 2015 del Foro Económico Mundial (WEF, World Economic Forum) celebrado en Davos (Suiza), John Chambers, CEO de Cisco, definió muy claramente la situación actual de la ciberseguridad como objetivo preferente de las empresas con la siguiente frase lapidaria, lanzada durante su intervención en dicho evento: “*Las empresas se dividen en dos categorías: las que han sido hackeadas y las que no lo saben*”. Viniendo del máximo responsable de la empresa fabricante número uno del mundo de las comunicaciones, es para

hacernos reflexionar. También en este foro, la ciberseguridad estuvo en primer plano y en posición preferente como objetivo de las empresas; entre las conclusiones de los expertos, se anunció con gran resonancia que el sector tecnológico, en el que se engloba el análisis masivo de datos (*big data*) y el almacenamiento en la Nube, podría producir beneficios globales de entre 9,6 y 21,6 billones de dólares, por lo que alertaron sobre la seguridad informática advirtiendo que si la sofisticación de los ataques superaba las capacidades defensivas de los equipos, los altercados provocarían pérdidas y daños más graves.

Las empresas necesitan fondos para investigar sobre nuevos tipos de *malware* y desarrollar nuevos métodos para prevenir ciberdelitos. El citado Chambers concluyó su intervención en el Foro expresando su temor por lo que podría suceder en aquel momento: «Las cuestiones relacionadas con la ciberseguridad empeoraron en 2014 y, lamentablemente, en 2015 va a ser mucho peor»⁸.

Otra fuente solvente, IBM⁹, una de las grandes empresas especializadas en la actualidad en ciberseguridad, considera que una organización recibe un promedio de 1.400 ciberataques por semana y a nivel mundial estima que el cibercrimen genera anualmente 440.000 millones de dólares en ganancias, y cada día se generan nuevas amenazas que las empresas no tienen capacidad de enfrentarse a ellas con éxito, a menos que dispongan de una buena estrategia de ciberseguridad, así como las herramientas y programas adecuados.

Ante esta situación, cabe preguntarse ¿cómo están España, Latinoamérica y el Caribe, así como las empresas de estos países, en materia de Ciberseguridad? Trataremos de dar contenidos y orientaciones extraídos de fuentes confiables en el sector, para que el lector pueda formar su propio juicio mediante cierta información técnica y social.

INFRAESTRUCTURAS CRÍTICAS

La cuarta revolución industrial auspiciada por las tecnologías facilitadoras de Industria 4.0 se enfrentan a un gran reto: la protección de infraestructuras críticas, claves en las fábricas inteligentes y en la transformación digital de organizaciones y empresas.

¿Qué es una infraestructura crítica? La directiva europea 2008/114/CE del 8 de diciembre de 2008 las definía entonces así: «Son aquellas instalaciones, redes, servicios y equipos físicos y de tecnología de la información cuya interrupción o destrucción tendría un impacto mayor en la salud, la seguridad o el bienestar económico de los ciudadanos o en el eficaz funcionamiento de las instituciones del Estado y de las administraciones públicas».

Las infraestructuras críticas son muy numerosas y cada país tiene reconocidas un conjunto determinado acordes con su estructura física, pero en general se pueden considerar al menos las siguientes:

- Transporte. Aeropuertos, puertos, ferrocarriles, redes de transporte público, sistemas de control de tráfico...
- Centrales y redes de energía (hidráulica, eléctrica, térmica, nuclear, solar...)
- Embalses de agua y su almacenamiento, tratamiento, redes...
- Centros comerciales
- Instituciones deportivas
- Hospitales

La mayoría de estas instalaciones están controladas por sistemas industriales de control y supervisión (Industrial Control Systems, ICS) que permiten supervisar y gestionar el funcionamiento de instalaciones industriales. El sistema clásico y más conocido y utilizado es **SCADA**, que se compone de:

- Sensores, actuadores, controladores y medidores
- Interfaces humanos con las máquinas
- Comunicaciones (líneas, protocolos, interfaces...)
- Controladores lógicos programables (PLC)
- Dispositivos electrónicos inteligentes

Los ataques más peligrosos sobre infraestructuras críticas son:

- Incendio de centros de datos
- Acceso no autorizado a información digitalizada
- Denegación de servicio, DDoS
- Robo de equipamiento, credenciales, datos...
- Suplantación de identidad (credenciales digitales)

El ciberataque más conocido contra infraestructuras fue Stuxnet en 2010¹⁰.

CICLO DE VIDA DE LA CIBERSEGURIDAD

La ciberseguridad debe ser considerada como un proceso y no una actividad aislada y diferenciada del resto de los servicios o herramientas informáticas. La organización debe ser capaz de prevenir y reaccionar antes los ciberataques generando las medidas necesarias para mantener su estado ordinario.

La ciberseguridad, según Telefónica¹¹, consta de las siguientes etapas (Figura 10.1):

- Prevención
- Detección
- Respuesta (reacción)

y un componente transversal de inteligencia que incluye un elemento de aprendizaje para la mejora continua del proceso. Según Telefónica: «Los sistemas de ciberseguridad han de tener una inteligencia que permite el aprendizaje y que sea capaz de integrar la información de diferente naturaleza». Esta inteligencia entraña la compartición de datos y el desarrollo de modelos, preferentemente, de código abierto (open source) se convierte en un factor decisivo para conseguir afrontar el problema de una forma integral.

Prevención

Es necesario que la empresa y sus trabajadores, estén informados de la evolución de las amenazas, de las posibles etapas y de qué soluciones existen contra ellas. Se requiere formación constante en la prevención y adquirir una serie de conocimientos sobre seguridad que han de ponerse en marcha. También se necesita conocer el funcionamiento de las herramientas o productos de seguridad, así como sus características para obtener la protección más efectiva. Se requiere también la protección física de las instalaciones para garantizar que nadie sin autorización pueda manipular los terminales, los accesos a la red o conectar dispositivos no autorizados. La prevención tiene tres procesos críticos¹²:

- Control de accesos y gestión de identidades.
- Prevención de fuga de datos.
- Seguridad de red.

Detección

La detección de incidencias es clave en el proceso y puede ocurrir mientras se está produciendo el ataque o pasado un tiempo de haber ocurrido. La detección de un ataque o amenaza en tiempo real suele producirse gracias a la detección de *malware* por parte de un antivirus. Si no se detecta en el momento que sucede el ciberataque, los problemas aumentan porque los *hackers* disponen de más tiempo para actuar libremente.

Las herramientas de ciberseguridad modernas realizan de modo eficaz la detección de patrones de ataque conocidos. El gran problema se produce cuando se realizan ciberataques con patrones desconocidos y la detección no se ha producido en tiempo real, sino tras un largo periodo.

La detección proactiva es el mejor método a emplear. Las acciones a realizar para la detección son:

- Gestión de vulnerabilidades.
- Monitorización continua.

Se necesita un plan de gestión de vulnerabilidades que contemple una monitorización continua de los sistemas informáticos de la empresa u organización.

Respuesta

Se ha producido un ataque y los sistemas se han visto infectados; es necesario dar una respuesta técnica y, si se ha producido un robo de identidad o robo de datos, acudir a las fuerzas y cuerpos de seguridad del Estado e iniciar acciones legales para luchar contra los delitos que se hayan podido cometer. La metodología de Telefónica¹³ contempla los siguientes pasos a seguir ante un ciberataque:

- Desconectar el equipo de internet
- Instalar un equipo antivirus
- Realizar un análisis completo del sistema.
- Modificar las contraseñas.
- Limpieza manual

Se necesitan tomar acciones legales ante un ataque informático, un robo de datos o una suplantación de identidad en Internet. La respuesta ante los ciberataques tanto técnica como jurídica, ha de ser lo más ágil posible y requiere: los sistemas de recuperación que existen y la recolección de evidencias digitales que permiten emprender acciones legales contra los atacantes y cumplimiento con la regulación.

Inteligencia

Se necesita inteligencia para dotar de eficiencia a las medidas de ciberseguridad. Las amenazas afectan a todos los estados, a las empresas y organizaciones, y a los ciudadanos. Se requiere la compartición de información y su análisis eficiente. Esta situación demanda la colaboración público-privada:

- Los cuerpos y fuerzas de seguridad de los Estados.
- Entidades y empresas del mundo de la ciberseguridad.
- Empresas y organizaciones de la sociedad civil.

La colaboración entre los agentes mejora la información y permite dotar de mayor inteligencia a los sistemas de ciberseguridad. Las acciones a realizar son:

1. Análisis de la información proveniente de fuentes diversas y búsquedas de correlación.
2. Fuentes de datos abiertas (OSINT- *Open Source Intelligence*).
3. Perfiles de usuario (creación y gestión) y atribución.
4. Compartición de datos de incidentes entre corporaciones.
5. Diversidad de estándares.

«Existen varias iniciativas para impulsar una comunidad abierta de datos y un conjunto de especificaciones gratuitas (TAXII, CybOX, STIX) que habilitan una mejor gestión de ciberseguridad mediante el intercambio automatizado de información sobre ciberamenazas.»

CIBERAMENAZAS: AGENTES Y TIPOS

Las ciberamenazas son numerosas, de manera que las organizaciones y empresas especializadas en ciberseguridad las han ido agrupando en diversos grupos. Hemos seleccionado dos grandes categorías: la clasificación realizada por el CCN-CERT de España, a las que denomina agentes de la ciberseguridad, y la realizada por Donaldson *et al* (2016) en la obra citada, que agrupa las ciberamenazas con los actores que las realizan: «ciberatacantes» (*cyberattackers*).

AGENTES DE LA CIBERSEGURIDAD

El CCN-CERT de España publica todos los años un informe anual sobre las amenazas y ciberincidentes más significativos sucedidos cada año, fundamentalmente en España, pero también a nivel internacional, y a su vez publica las tendencias previstas para el año en curso. Así, en el informe publicado en 2016 denominado «*Ciberamenazas 2015 y Tendencias 2016*», los define como los agentes de las amenazas, e indaga el origen de la amenaza y la motivación que la producen, así como los objetivos: sector público, sector privado y ciudadanos. Se describen las siguientes ciberamenazas y sus agentes, mostrando los ataques más destacados en 2015, en España y también a nivel internacional.

- Ciberespionaje (político o industrial). Constituye «la mayor amenaza para los países, está especialmente dirigida a los sistemas de información de las corporaciones industriales, empresas de defensa, alta tecnología, automoción, transportes, instituciones de investigación y administraciones públicas.». Examina la complejidad de los ciberataques conducidos a través de las APT.

- Ciberdelincuencia (ocasionada por los ciberdelitos y ciberdelincuentes aislados o en organizaciones).
- Ciberterrorismo y ciberterroristas.
- *Hacktivismo, hacktivistas o ciberhacktivistas.*
- *Ciberyihadismo, vándalos y Script Kiddies* (esta categoría la introducen por primera vez en el informe de 2016).
- Cibervandalismo, vándalos y *Script Kiddies*.
- Actores internos (los “*insiders*”, personas que trabajan o han trabajado para las organizaciones y provocan brechas de seguridad importantes por negligencia o intencionadamente).
- Ciberinvestigadores (curiosamente destaca ciberamenazas que pueden producir los ciberinvestigadores al publicar vulnerabilidades sin una meditación acerca de la importancia que suponen sus investigaciones en los grupos delictivos).

Donaldson et al (2015) relacionan las ciberamenazas con sus actores o ciberatacantes (*cyberattackers*). Los ciberatacantes son personas que *hackean* los sistemas de información y que, situados en cualquier parte del mundo, crean, distribuyen y utilizan *malware* (software malicioso) u otras herramientas o técnicas para hacer daños a las computadoras que agrupan a las personas en cinco categorías basadas en sus intenciones y objetivos, y que es muy similar a la clasificación del CERT.

- Amenazas comunes (*Commodity Threats*) y agrupa en ellas a: *malware* aleatorio, virus, troyanos, *botnets*, *worms*, *ransomware*, etcétera.
- Hacktivistas (arrastrados por sus ideologías activistas)
- Crimen organizado (ciberdelitos, ciberdelincuentes...)
- Espionaje (cibespionaje)
- Ciberguerra

CIBERATAQUES: HERRAMIENTAS UTILIZADAS POR LOS ATACANTES

Los ciberataques se realizan con técnicas y herramientas, algunas de propósito general y otras diseñadas para conseguir sus objetivos finales. Las técnicas y herramientas son muy numerosas, desde los primitivos virus, *spam*... hasta los más empleados en la actualidad y que se prevén para el futuro como son los ataques DDoS, *malware*, *ransomware*, etc. Utilizando de nuevo el informe del

CCN-CERT, relacionados directamente con los incidentes realizados en el año 2015 y las tendencias previstas para 2016, son:

- Herramientas construidas para otros fines (herramientas desarrolladas para otros fines comerciales o de investigación y adaptadas para producir ataques).
- *Exploits* (herramientas más utilizadas en la actualidad para realizar ataques).
- Código dañino, *Ransomware*, *cryptoware*... representan a las herramientas más utilizadas para realizar las infecciones que preceden a los ataques.
- *Spam* (correo basura), *Phishing*, *Spearphishing*.
- *Botnet* (abreviatura de *Robot Network*). Red de robots o zombies, equipos infectados por un atacante remoto. Los equipos quedan a su merced cuando deseen lanzar un ataque masivo como envío de spam o denegación distribuida de servicios (DDoS).
- Ataques DDoS.
- Ofuscación
- Ingeniería social
- *Wathering hole*
- Librerías JavaScript
- Las macros como vector de ataques
- *Routers* inalámbricos
- Robos de identidades
- A nivel popular, el término más empleado entre los profesionales de la ciberseguridad es el **malware** (*Malicious Software*), código malicioso o en lenguaje coloquial, por extensión los virus, aunque tiene mucha tipología y una gran cantidad de ciberataques. Los más extendidos son:
 - Virus
 - Gusanos
 - Troyanos. Son muy populares y muy extendidos: *Backdoors* (puerta trasera), *Keyloggers*, *Stealers*, *Ransomware* (uno de los códigos dañinos más extendidos en los años 2015 y 2016 y que los informes de 2017 destacan también como los de mayor penetración).
 - *Spyware* (software espía)
 - *Adware* (software de ataques de publicidad):

RESILIENCIA

La **resiliencia** (en inglés *resilience*) es un término muy utilizado a nivel de organizaciones y empresas, y que en los últimos años se ha extendido al campo de la ciberseguridad, donde algunos utilizan el término **ciberresiliencia**.

El diccionario de la RAE define el término **resiliencia** con dos acepciones: «1. Capacidad de adaptación de un ser vivo frente a un agente perturbador o un estado o situación adverso. 2. Capacidad de un material, mecanismo o sistema para recuperar su estado inicial cuando ha cesado la perturbación a la que había sido sometido». En organizaciones y empresas, la resiliencia ha pasado a formar parte de la naturaleza de las mismas y está implícita en su estructura. Cuando una entidad se etiqueta como resiliente (que tiene resiliencia, RAE) es porque se observa que, ante una serie de sucesos, la organización ha sabido reaccionar y externamente continúa operando como si nada hubiera ocurrido. Muchos expertos en el tema en las organizaciones, utilizan también el término como sinónimo de *sostenibilidad*.

El término ha llegado al campo de la ciberseguridad y se utiliza indistintamente como **resiliencia** y como **ciberresiliencia**. El glosario de términos del CCN-CERT¹⁴ de España, define la resiliencia como: «Capacidad de los sistemas para seguir operando pese a estar sometidos a un ciberataque, aunque sea en un estado degradado o debilitado. Así mismo incluye la capacidad de restaurar con presteza sus funciones esenciales después de un ataque».

El sector de la ciberseguridad y sobre todo las empresas de seguridad utilizan el término **ciberresiliencia** (*cyber-resilience*). Symantec¹⁵ define la ciberresiliencia como: «la administración de amenazas virtuales de modo tal que sea posible gestionar de manera efectiva los ataques cibernéticos. Este concepto no se encarga de la eliminación de la amenaza –ya que es imposible– sino que impide la agilidad, un entorno con un nivel aceptable de riesgo admite innovación». Symantec plantea la ciberresiliencia como una estrategia de seguridad para las empresas: los riesgos informáticos deben administrarse, no eliminarse, y considera que las empresas *ciberresilientes* son aquellas que dan prioridad a la seguridad cibernética como un asunto de índole organizacional permitiendo que haya una asociación estratégica entre los procesos de seguridad y los líderes de las empresas.

El CCN-CERT (Centro Criptológico Nacional)¹⁶ publica todos los años un estudio sobre las incidencias producidas el año anterior y las tendencias que estima para el año en curso referentes a los incidentes y vulnerabilidades producidas en España y también en otras partes del mundo. En el estudio de 2016 destacó que las vulnerabilidades críticas en 2015 en productos TIC estándar se incrementaron notablemente comparado con el año 2014 en el portal del CCN-CERT y se publicaron un total de 5.099 vulnerabilidades frente a 3.346 del año anterior.

Las vulnerabilidades de *software* seguían constituyendo el elemento más problemático y afectaron a los grandes fabricantes de *software*. Además de los productos de *software* también afectaron a: *firmware*, *hardware*, usuarios, servicios en la nube, tecnología criptográfica, protocolos de internet, comunicaciones y dispositivos móviles y apps móviles, y sistemas de control industrial. Según el CCN-CERT en 2015, las medidas que han contribuido de manera más significativa a aumentar la resiliencia de los sistemas de información sobre los que se aplican y, en consecuencia, de las organizaciones afectadas, se dividen en grandes grupos: medidas no técnicas (prevención, detección, respuesta) y técnicas (organizativas, formativas y jurídicas), y desde un punto de vista organizativo enumera las más importantes adoptadas: personales, tecnológicas y regulatorias.

TENDENCIAS EN CIBERSEGURIDAD: UN PRIMER AVANCE

El *Informe Anual de Seguridad Nacional 2015*¹⁷ del Gobierno de España, publicado por el Departamento de Seguridad Nacional en mayo de 2016, dedica la parte 3 de la sección “Ámbitos de la Seguridad Nacional” a la Ciberseguridad (pp. 53-64). En este último informe se destaca “la importancia de la colaboración público-privada que resulta clave en un ámbito como la ciberseguridad”. Asimismo, resalta la realización de varios eventos, entre ellos el Foro Nacional para la Confianza Digital (2015) dentro del enfoque de colaboración público-privada, con 21 instituciones participantes y otros eventos de gran impacto.

Otras iniciativas notables y muy destacadas en el citado Informe Anual 2015 son:

- Promoción de la capacitación de profesionales en ciberseguridad e impulso a la industria española a través de un Plan de I+D+i.
- Implantación de una cultura de ciberseguridad sólida.
- Intensificación de la colaboración internacional.

En el anterior *Informe Anual de Seguridad Nacional* de 2014¹⁸, publicado el mes de abril de 2015, por el Departamento de Seguridad Nacional del Gabinete de la Presidencia del Gobierno, con la participación de otros organismos públicos, se incluyó por primera vez un apartado único sobre ciberseguridad (pp. 64-75). El Informe destaca cuatro tipos de ataques a los sistemas de información:

- El **ciberespionaje**: una de las mayores preocupaciones durante el año 2014 para los gobiernos occidentales.
- La **ciberdelincuencia**: durante 2013 los criminales aumentaron la frecuencia, variedad y amplitud de ataques a cambio de una recompensa.

- El **ciberterrorismo**: en sus dos vertientes, ya sea como instrumento facilitador de sus actividades, o como objeto de su acción para la comisión de actividades terroristas.
- El **hacktivismo**: aunque con menor representación, engloba aquellos ataques dirigidos por grupos movidos por una determinada ideología y que tienden a atacar la seguridad de los sistemas y la información.
- **La ciberguerra**, que engloba operaciones militares y aquellas otras orientadas a negar, modificar, llevar a engaño o destruir las capacidades propias residentes en los sistemas de información y telecomunicaciones que afecten a la Defensa Nacional.

Informe de seguridad de la información de CISCO

Entre los numerosos estudios de tendencias de ciberseguridad, citamos los de Intel, Karspesky, Panda, McKinsey..., aunque hemos decidido quedarnos con el de Cisco¹⁹ publicado en agosto del 2015, en el que destaca las tendencias hacia fuentes de *ciberinteligencia*.

Analiza las principales tendencias de ciberseguridad durante la primera mitad del 2016 y desvela cómo la evolución hacia el *Internet de todo (Internet of Everything, IoE)* y la transformación digital están generando nuevos vectores de ataque y nuevas oportunidades de lucro para los cibercriminales.

Cisco señaló en el estudio que: «Restaurar la confianza en el año 2015 requerirá una mayor colaboración por parte de la industria y la creación de nuevos estándares para hacer frente a este panorama de amenazas y con mejores estrategias de seguridad que reduzcan el tiempo de detección haciendo un mayor y mejor uso de todas las fuentes de *ciberinteligencia*. Sería necesario llegar a un modelo donde la seguridad sea un elemento crítico desde el proceso mismo de diseño y desarrollo de cada dispositivo y de cada aplicación».

«Amenazas asociadas con Flash y explotadas por kits como Angler, la evolución de *ransomware* o campañas de *malware mutante* como Dridex requieren imperiosamente reducir los tiempos de detección. Éstos se sitúan hoy entre los 100 y 200 días, según las estimaciones de la industria, frente a las 46 horas – según CISCO– de media que ofrecen las soluciones de nueva generación tales como *Cisco Advanced Malware Protection (AMP)*, que incluye seguridad retrospectiva».

Recomendaciones de CISCO

La batalla entre cibercriminales y proveedores de seguridad –marcada principalmente por la rápida innovación en técnicas de ataque y defensa– se está acelerando, generando un mayor riesgo para empresas y usuarios. Los proveedores deben así centrarse en el diseño de soluciones de seguridad

integradas que ayuden a las organizaciones a ser más proactivas y a establecer políticas alineadas con los usuarios, los procesos y la tecnología. Cisco ofrece algunas recomendaciones al respecto.

Defensa integrada. Las organizaciones demandan soluciones de seguridad integradas en lugar de puntuales, que permitan incluir la seguridad en todas partes y reforzarla en cualquier punto, desde el centro de datos (*data center*) hasta los terminales, las oficinas remotas y la nube (el *cloud*).

Servicios profesionales. La proliferación de amenazas avanzadas, dinámicas y persistentes, la creciente carencia de expertos en ciberseguridad y la fragmentación de la industria requiere que las organizaciones se apoyen en servicios profesionales efectivos.

Marco regulatorio global de ciberseguridad. Es necesario establecer un marco regulatorio global y cohesionado en el que participen múltiples gobiernos y empresas para evitar problemas jurisdiccionales a la hora de hacer frente a las ciberamenazas, resolver los problemas geopolíticos y sostener el crecimiento económico.

Proveedores contrastados. Para que un proveedor tecnológico pueda considerarse contrastado y fiable, debe integrar la seguridad desde el principio, en todas sus soluciones y a través de todo su ciclo de vida, desde el proceso de desarrollo y test hasta la cadena de suministro y soporte.

LA WEB PROFUNDA, LA WEB INVISIBLE (*DEEP WEB*)

Existe una creciente dificultad para detectar y erradicar las redes de robots (*botnets*), que se siguen utilizando para la diseminación de *spam*, para la ejecución de ataques *DDoS*, *spear-phishing*, *click-fraud*, *keylogging*, así como la difusión de *ransomware* o la sustracción de dinero digital. Los datos de 2014 señalaban, por aquel entonces, un descenso en el número de *botnets* detectadas, aunque no su eficacia y su peligrosidad. De hecho, los atacantes ahora utilizan la red **TOR** para ocultar *botnets* y/o servidores de mando y control (C&C), lo que dificulta enormemente su detección y erradicación [CCN-CERT 2015, 14-15]. Recordemos que el CCN-CERT define TOR²⁰ como:

TOR (abreviatura de *The Onion Router*) es un software diseñado para permitir el acceso anónimo a Internet. Aunque durante muchos años ha sido utilizado principalmente por expertos y aficionados, el uso de la red TOR se ha disparado en los últimos tiempos, debido principalmente a los problemas de privacidad de Internet. Correlativamente, TOR se ha convertido en una herramienta muy útil para aquellos que, por cualquier razón, legal o ilegal, no desean estar sometidos a vigilancia o no desean revelar información confidencial.

La razón de todo ello podemos encontrarla en la cada vez mayor sencillez para desarrollar ataques DDoS y la facilidad para acceder a determinadas herramientas (adquiridas en el mercado negro de la *hidden-wiki*²¹, por ejemplo).

LOS CIBERRIESGOS

Las amenazas (*ciberamenazas* o *ciberriesgos*) son cada vez más frecuentes y avanzadas, por lo que gestionar una crisis cibernética es algo más que probable: *los ataques de denegación de servicio distribuidos* (DDoS), *el robo de credenciales mediante técnicas de phishing* o *malware*, *la fuga masiva de información digital*, *el ransomware*²² (programas que impiden el acceso a la información mediante técnicas de cifrado, pidiendo un rescate para el descifrado), o las *amenazas avanzadas persistentes* (APT, *Advanced Persistent Threats*).

Los *hackers*, sin duda, nunca descansan. Un ciberataque muy sonado realizado en agosto de 2015 fue el robo de datos de clientes de la página web de contactos Ashley Madison, que durante las siguientes semanas trajo de cabeza no sólo a la compañía, sino también a sus 37 millones de usuarios.

LA NECESIDAD DE UN SEGURO DE CIBERRIESGOS EN LA EMPRESA

Los ciberriesgos han dejado de ser una amenaza esporádica para las empresas y se constituyen ya como un problema importante en todos los sectores. La administración, la banca, organizaciones y empresas de todo tipo, la industria, deben estar alertas ante su peligrosidad. El Instituto Nacional de Ciberseguridad de España (INCIBE) publicó un informe a finales de septiembre de 2015²³ donde alertaba de un importante aumento de ciberataques durante ese año y, en concreto, 52 ciberataques a infraestructuras críticas y servicios básicos del país, la mitad dirigidos a operadores de suministro eléctrico; en cuanto a ataques contra empresas, el INCIBE advierte que se han duplicado en 2016, hasta llegar a los 36.000 en el mes de agosto de ese año.

Por estas razones, los ciberriesgos han pasado a ser uno de los principales focos de atención de los gerentes de riesgos de las empresas, de cualquier tamaño y sector. Ello ha obligado al *estudio y posible implantación de un seguro de ciberriesgos* al igual que cualesquiera otros riesgos relevantes en las empresas y en cualquier industria.

Un informe de Allianz Global ²⁴ sobre ciberseguridad, dado a conocer el 8 de septiembre de 2015, señalaba que las primas mundiales de seguros cibernéticos superarán los 20.000 millones de dólares en la próxima década frente a los 2.000 millones que capta en la actualidad. El aumento de este negocio se producirá por una mayor concienciación sobre estos riesgos y por los cambios

normativos que propician la contratación de esta cobertura asegurada por parte de las empresas, señala el citado estudio. *En la actualidad menos del 10% de las empresas suscriben una póliza para cubrirse de los riesgos cibernéticos.* La “ciberdelincuencia” cuesta 445.000 millones de dólares anuales a la economía mundial y la mitad de este importe recae en las diez principales economías mundiales (Estados Unidos con 108.000 millones lidera la clasificación, seguida de China con 60.000 millones y Alemania con 59.000 millones).

Los expertos recomiendan a las compañías que además de ser innovadoras en tecnología y atención al cliente, deberían hacer una inversión especial en ciberseguridad, tanto en protección como en la respuesta a los ataques de los *hackers* ya que los datos que manejan a diario son un material sensible por contener información personal de sus clientes.

«Los usuarios deben estar seguros y tranquilos con los datos personales que ceden a las empresas. Con la revolución tecnológica existe el *ciberriesgo*, pero para responder a estos ataques nos reinventamos constantemente para crear barreras de contención», afirmaba un directivo de la multinacional de seguros Axa, en un foro empresarial, organizado por el periódico *Expansión*²⁵ y la consultora Cap Gemini.

LA CIBERSEGURIDAD EN LA EMPRESA Y LA EMPRESA ANTE LA CIBERSEGURIDAD

La naturaleza de los ciberriesgos existentes requiere la definición de una estrategia en materia de seguridad, alineada con los objetivos de la empresa. ¿Cómo definir esta estrategia? Para ello será necesario determinar cuál es el punto de partida de la empresa, en qué situación se encuentra en ese momento en materia de seguridad y cuál debería ser el nivel de seguridad de la organización, en función de una serie de factores como: el sector de negocio al que pertenece, los objetivos estratégicos o los requisitos que define el mercado, entre otros. El camino entre nuestro punto de partida y nuestro objetivo de seguridad determinará cual es nuestra hoja de ruta hacia la ciberseguridad.

Para ayudar a definir la hoja de ruta de su empresa, INCIBE ha creado el decálogo hacia la ciberseguridad: un conjunto de diez pasos orientados a mejorar el nivel de seguridad de su empresa y, por tanto, proteger su negocio. El *Decálogo de Ciberseguridad*²⁶ es el siguiente:

1. Analizar los riesgos
2. Los responsables de seguridad
3. Seguridad en el proyecto de trabajo
4. La protección de la información
5. Movilidad con seguridad

6. Protección *antimalware*
7. Actualización y parcheo
8. La seguridad de la red
9. Monitorización
10. Seguridad gestionada

Como casos de estudio a considerar con iniciativas tempranas en ciberseguridad queremos destacar el caso del banco español BANKIA²⁷ que ya en septiembre de 2015 creó un *Comité de Respuesta a Incidentes de Ciberseguridad* y otro *Comité de gestión del fraude tecnológico*.

También en el sector bancario, el Banco Central Europeo (BCE) en el *Informe de Estabilidad Financiera* publicado en 2015, advirtió que el riesgo de ciberataques es creciente dado que las amenazas cada vez son más complejas e intensas, y recomendaba a las 123 principales entidades de la Eurozona bajo su vigilancia, activar medidas de seguridad contra el cibercrimen, e instaba a dichas entidades a revisar los sistemas y protocolos de protección frente a los ciberataques para impedirlos y garantizar así la continuidad del negocio y el buen servicio a los clientes.

El negocio de la ciberseguridad

Como muestra del negocio que ofrece la ciberseguridad, en España, Telefónica ha alcanzado ya un volumen de negocio global en el ámbito de la ciberseguridad de 400 millones de euros²⁸. Sólo en España, las ventas de productos y servicios de Telefónica a empresas superan los 100 millones con un crecimiento anual del 30%.

A nivel global, un informe publicado a mediados de septiembre de 2015 por la consultora Gartner, evaluaba en 75 000 millones de dólares la cifra que gastarían las organizaciones de todo el mundo en materia de ciberseguridad durante 2015.

LA CIBERSEGURIDAD Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La inteligencia artificial desde el advenimiento de *Big Data* está llegando a numerosos sectores que hasta hace unos años prácticamente era impredecible y que en la actualidad están impactando en la ciberseguridad de las organizaciones y empresas.

El conocimiento en la inteligencia artificial integrada con *big data* está ayudando y ayudarán a los delitos informáticos. Una nueva generación de plataformas de negocio está surgiendo en la convergencia del **aprendizaje automático** (*machine learning*) y –recientemente el **aprendizaje profundo** (*deep*

learning)– y big data que generará un gran cambio en materia de ciberseguridad. Los algoritmos de aprendizaje automático y la ciberinteligencia asociada están potenciando las predicciones de ataques cibernéticos que mejorarán las tasas de detección y pueden ser la clave para revertir la tendencia actual en cuanto a crecimiento de delitos cibernéticos y potenciar la ciberseguridad.

Numerosas empresas especializadas en ciberseguridad han lanzado iniciativas para integrar soluciones de inteligencia artificial en sus sistemas de ciberseguridad. Estudiaremos dos casos significativos: IBM con su computador cognitivo Watson (ver capítulo 8) y Accenture -una de las grandes consultoras a nivel mundial.

WATSON FOR CYBER SECURITY

IBM Security²⁹ anunció en mayo de 2016 que va a dedicar a la ciberseguridad una nueva versión basada en la nube (*cloud*) de la tecnología cognitiva de la empresa, entrenada en el lenguaje de seguridad como parte de un proyecto de investigación a largo plazo. Watson va a ser entrenado con la ayuda de varias universidades estadounidenses en el lenguaje de la ciberseguridad. IBM pretende optimizar las capacidades de los analistas en seguridad utilizando sistemas cognitivos que automaticen la búsqueda de conexiones entre los datos, las amenazas emergentes y las distintas estrategias de protección. IBM ha denominado a este nuevo modelo de seguridad como **seguridad cognitiva** que generará hipótesis, razonamientos basados en evidencias y recomendaciones para mejorar la toma de decisiones en tiempo real.

PLATAFORMA DE CIBER-INTELIGENCIA DE ACCENTURE

La consultora Accenture, una de las “cuatro grandes” (*big four*) consultoras a nivel mundial (junto con PwC, KPMG y EY) lanzó a principios de marzo de 2016, una *plataforma de Ciber-Inteligencia*³⁰ que hace uso de los avances en tecnología que permite identificar ciberamenazas en tiempo real, monitorizando en tiempo real comportamientos sospechosos.

Según Accenture es la primera solución del mercado que combina servicios de seguridad gestionada, inteligencia artificial, *cloud* y *analytics*; es una plataforma que permite a la compañía identificar amenazas en tiempo real:

«Hace uso de los avances en tecnología de procesadores (chips) con una combinación patentada de inteligencia artificial, aprendizaje automático y análisis de datos constante que permite a las organizaciones identificar ciberamenazas en tiempo real. La plataforma examina la actividad en las redes para aprender, determinar y reportar comportamientos sospechosos atribuibles a ciberataques»³¹.

Es de resaltar, según Accenture, que la plataforma se puede implementar en una semana, y una vez instalada, empieza a aprender “automáticamente” –lo que es normal– y ella misma mejorará continuamente en el conocimiento de ciberseguridad y ayuda en la toma de decisiones de la empresa cliente.

PROYECTO DE COLABORACIÓN PÚBLICO-PRIVADA EN CIBERSEGURIDAD DE LA UNIÓN EUROPEA

La expansión del Internet de las Cosas y el aumento exponencial de las comunicaciones de datos entre personas y objetos de todo tipo, aumenta también la preocupación de los ciudadanos, organizaciones y empresas, por la posibilidad de que se produzca un ataque contra sus datos personales y corporativos.

El inmenso valor de los datos relevantes de la vida de la gente que se vuelcan en la Red, crece, de igual modo que el auge del citado Internet de las Cosas y restantes tecnologías disruptivas presentes en la actual sociedad. Como señala el suplemento *Negocios* del diario *El País*, todas estas circunstancias harán: «redoblar la importancia de la ciberseguridad para la economía del continente europeo, no sólo para la defensa del consumidor y empresas, sino como un mercado de 75.000 millones de dólares del que Europa necesita participar»³².

El 5 de julio de 2016, la Comisión Europea anunció un acuerdo de colaboración público-privada por valor de 1.800 millones de euros hasta 2020, de los que Bruselas pone 450 millones a través del programa Horizonte 2020 y el resto tiene previsto venir de la industria concertada a través del convenio de colaboración con la European Cyber Security Organization (ECSO, en sus siglas en inglés)³³. La Comisión Europea, a la hora de definir la estrategia de I+D de los próximos años en el ámbito de la Ciberseguridad, *tendrá en cuenta la opinión del sector empresarial de la ciberseguridad*, teniendo como interlocutor a la citada asociación ECSO. La Comisión ha firmado a este efecto un contrato cPPP (*contractual Public-Private Partnership*) de colaboración público-privada con ECSO. El Plan de acción tiene su origen en la *Estrategia de Mercado Único Digital*³⁴ de 2015, en la *Estrategia de Ciberseguridad de la Unión Europea*³⁵ y en la Directiva sobre Seguridad de Redes y Sistemas de Información «*The Directive on security of network and information systems*» (*NIS Directive*)³⁶.

DIRECTIVA DE CIBERSEGURIDAD (NIS) DE LA UNIÓN EUROPEA

El 6 de julio de 2016 –el siguiente día a la firma del acuerdo de la Unión Europea sobre colaboración público-privada en materia de Ciberseguridad– se publicó la Directiva *Network and Information Systems* (NIS) que obliga a los “prestadores de servicios esenciales” a tomar las medidas necesarias para

garantizar la seguridad de sus instalaciones”. El objetivo final es el mercado común digital: “Europa tiene que estar preparada para parar amenazas digitales cada vez más sofisticadas y que no reconocen frontera alguna”³⁷.

La directiva (UE) 2016/1148³⁸ del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea de 6 de julio de 2016, es la primera directiva europea en ciberseguridad y la primera norma relativa a las medidas destinadas a garantizar un elevado nivel común de seguridad de las redes y sistemas de información en la Unión Europea. La Directiva sobre Seguridad de Redes y Sistemas de Información «*The Directive on security of Network and Information Systems*» (NIS Directive) constituye un paso decisivo para hacer frente al reto que suponen las amenazas de Ciberseguridad. La norma establece un enfoque común para evitar ataques a empresas y servicios clave.

El objetivo es acabar con la fragmentación de los sistemas de seguridad cibernética entre los países para actuar en forma cohesionada en el seno de la Unión Europea y exige a las empresas de servicios críticos cumplir con nuevos requisitos. En la práctica busca producir un aumento del nivel general de ciberseguridad en la UE y es esencial para asegurar la ciberseguridad en Europa.

La citada directiva en ciberseguridad entró en vigor en agosto de 2016 y los Estados miembros tendrán 21 meses para transponerla y seis meses más para identificar a los operadores de servicios esenciales. Para conseguir sus objetivos, establece la obligación para todos los Estados miembros, de adoptar una estrategia nacional de seguridad de las redes y sistemas de información:

- Crea un Grupo de cooperación para apoyar y facilitar la cooperación estratégica y el intercambio de información entre los Estados miembros y desarrollar la confianza y seguridad entre ellos.
- Crea una red de equipos de respuesta a incidentes de seguridad informática (en lo sucesivo, «red de CSIRT», por sus siglas en inglés de «*computer security incident response teams*») con el fin de contribuir al desarrollo de la confianza y seguridad entre los Estados miembros y promover una cooperación operativa rápida y eficaz.
- Establece requisitos en materia de seguridad y notificación para los operadores de servicios esenciales y para los proveedores de servicios digitales.
- Establece obligaciones para que los Estados miembros designen autoridades nacionales competentes, puntos de contacto únicos y CSIRT con funciones relacionadas con la seguridad de las redes y sistemas de información.

LA CIBERSEGURIDAD EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Existen varios informes sobre el estado del arte y el impacto de la ciberseguridad en la región, y tras analizar y estudiar una extensa documentación disponible en Internet de grandes empresas consultoras, empresas especializadas en seguridad informática y organizaciones internacionales de dicha región, seleccionamos dos informes respaldados por organizaciones internacionales como el Banco Internacional de Desarrollo (BID) y la Organización de Estados Americanos (OEA).

- *Tendencias de Seguridad Cibernética en América Latina y el Caribe*³⁹, realizado por Symantec, la Organización de Estados Americanos (OEA), la Secretaría de Seguridad Multidimensional (SMS) y el Comité Interamericano contra el Terrorismo. Presentado en junio de 2014.
- *Informe Ciberseguridad 2016. ¿Estamos preparados en América Latina y el Caribe?*⁴⁰, realizado por el BID (Banco Iberoamericano de Desarrollo), la OEA y el Centro Global de Capacitación de Seguridad Cibernética (GCSCC) de la Universidad de Oxford. Presentado el 14 de marzo de 2016.

TENDENCIAS DE SEGURIDAD CIBERNÉTICA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Symantec, la Organización de Estados Americanos (OEA), la Secretaría de Seguridad Multidimensional (SMS) y el Comité Interamericano contra el Terrorismo (CICTE) presentaron un informe⁴¹ que analiza el panorama de amenazas, las tendencias de ciberseguridad e incluye información sobre las acciones de los gobiernos en América Latina y el Caribe frente a estos temas.

El informe (reporte) desarrollado en conjunto, explora diferentes aspectos relacionados con la seguridad cibernética incluyendo el incremento exponencial de las fugas de datos y tendencias como:

- Crecimiento del *Ransomware* y *Cryptolocker*
- *Malware* en cajeros automáticos
- Estafas en redes sociales
- Vulnerabilidades y riesgos en cómputo móvil
- Código malicioso (*malware*)
- *Spam*
- *Spear phishing*

A diferencia de otros reportes de amenazas sobre vulnerabilidades cibernéticas que existen en el mercado, este informe es único ya que está enfocado en la

región e incluye las perspectivas de los gobiernos de los Estados miembros de la OEA, así como información detallada sobre el panorama actual de amenazas cibernéticas obtenida de la Red Global de Inteligencia de Symantec.

CIBERSEGURIDAD 2016 EN AMÉRICA LATINA Y CARIBE

El Informe *Ciberseguridad 2016. ¿Estamos preparados en América Latina y el Caribe?*⁴² fue presentado el 14 de marzo de 2016 en la sede del Centro de Estudios Estratégicos e Internacionales (CSIS) en Washington DC. En el evento participaron el presidente del BID, Luis Alberto Moreno, el secretario general de la OEA, Luis Almagro y el presidente del CSIS, John Hamre, entre otras autoridades. El informe fue presentado posteriormente en varios países de la región y su recomendación principal ha sido el mensaje de «considerar “urgente” que América Latina y Caribe actúen para proteger su ciberespacio».

El informe analiza el estado de preparación de 32 países basado en 49 indicadores y en la nota de prensa de la presentación oficial se consideró que era la primera radiografía profunda del nivel de preparación de América Latina y el Caribe ante la creciente amenaza del cibercrimen. El informe presenta una imagen completa y actualizada sobre el estado de la seguridad cibernética (riesgos, retos y oportunidades) de los países de América Latina y el Caribe, y consta de dos secciones principales. La primera incluye una serie de ensayos sobre las tendencias de la seguridad cibernética en la región, aportados por reconocidos expertos internacionales en el tema. La segunda sección examina la "madurez cibernética" de cada país mediante la aplicación del Modelo de Madurez de Capacidad de Seguridad Cibernética (CMM, por sus siglas en inglés) que toma en cuenta las consideraciones de seguridad cibernética a través de cinco dimensiones y las evalúa en cinco niveles de madurez para cada uno de sus 49 indicadores. El CMM es el primero de su tipo en términos de extensión y profundidad en cada aspecto de capacidad de la seguridad cibernética. Está construido sobre una base de consulta de múltiples partes interesadas y el respeto de los derechos humanos, equilibrando cuidadosamente la necesidad que se tiene de seguridad para permitir el crecimiento económico y la sostenibilidad, al tiempo que se respetan el derecho a la libertad de expresión y el derecho a la privacidad.

Las conclusiones más destacadas en la presentación⁴³ fueron:

- El informe demuestra que la región presenta vulnerabilidades “potencialmente devastadoras”.
- Cuatro de cada cinco países de la región carecen de estrategias de ciberseguridad o planes de protección de infraestructuras críticas.
- Dos de cada tres países no cuentan con un Centro de Comando y Control de seguridad cibernética.

- La gran mayoría de las fiscalías carece de capacidad para perseguir los delitos cibernéticos, entre otras carencias”.

El informe destaca que, en el primer trimestre de 2016, sólo seis países de América Latina y el Caribe –Brasil, Colombia, Jamaica, Panamá, Trinidad y Tobago, y Uruguay– tienen estrategias de seguridad cibernética, mientras que Argentina, Antigua y Barbuda, Bahamas, Costa Rica, Dominica, El Salvador, Haití, México, Paraguay, Perú y Surinam, están en proceso de articular una estrategia.

El Secretario General de la OEA, Luis Almagro, enfatizó en su presentación que:

“Los riesgos de abusos aumentan a medida que América Latina y el Caribe se incorporan a la revolución digital. La región es el cuarto mayor mercado móvil del mundo. La mitad de la población usa el Internet. Hay países en América Latina que procesan el 100% de sus compras gubernamentales por vía electrónica. Los riesgos se multiplicarán con el advenimiento de la “Internet de las cosas”, donde ya no sólo estarán interconectadas las computadoras sino un universo de máquinas y sensores inteligentes, controlando virtualmente todo lo que usamos a diario”⁴⁴.

En lo relativo a formación en ciberseguridad, Almagro considera que «apenas seis países de la región cuentan con un programa estructurado de educación en seguridad cibernética, que incluye estabilidad presupuestaria, así como mecanismos de investigación y transferencia de conocimiento».

ESTRATEGIA DE CIBERSEGURIDAD DE LA UNIÓN EUROPEA

La Unión Europea dispone de un plan de ciberseguridad para proteger una red abierta plena de libertad y de oportunidades en línea. La Comisión Europea, junto con la Alta Representante de la Unión para Asuntos Exteriores y Política de Seguridad, ha publicado una estrategia de ciberseguridad acompañada de una propuesta de Directiva de la Comisión sobre la seguridad de las redes y de la información (SRI). La estrategia de ciberseguridad de la Unión Europea fue presentada en febrero de 2013.

La estrategia de ciberseguridad, "Un ciberespacio abierto, protegido y seguro", representa la visión de conjunto de la Unión Europea sobre cómo prevenir y resolver mejor las perturbaciones de la red y los ciberataques. El objetivo consiste en impulsar los valores europeos de libertad y democracia, y velar por un crecimiento seguro de la economía digital. Se prevé una serie de medidas específicas para reforzar la ciberresiliencia de los sistemas informáticos, reduciendo la delincuencia en la red y fortaleciendo la política de ciberseguridad y ciberdefensa internacional de la Unión Europea.

La estrategia articula la visión de la Unión Europea sobre la ciberseguridad en torno a cinco prioridades:

1. La ciberresiliencia.
2. La reducción drástica de la delincuencia en la red.
3. El desarrollo de una política de ciberdefensa y de las capacidades correspondientes en el ámbito de la Política Común de Seguridad y Defensa (PCSD).
4. El desarrollo de los recursos industriales y tecnológicos necesarios en materia de ciberseguridad.
5. El establecimiento de una política internacional coherente del ciberespacio en la Unión Europea y la promoción de los valores europeos esenciales.

La política internacional del ciberespacio de la Unión Europea promueve el respeto de los valores europeos esenciales, define las normas sobre comportamiento responsable, impulsa la aplicación al ciberespacio de la legislación internacional vigente, ayudando a los países de fuera del espacio común mediante la creación de capacidades de ciberseguridad y fomentando la cooperación internacional en este ámbito.

La Unión Europea ha logrado avances esenciales en la mejora de la protección de los ciudadanos frente a la ciberdelincuencia, entre los que destacan: el establecimiento del Centro Europeo de Ciberdelincuencia (IP/13/13), la propuesta de legislación sobre los ataques informáticos (IP/10/1239) y el lanzamiento de una alianza mundial contra los abusos sexuales a menores en línea (IP/12/1308). La estrategia pretende asimismo desarrollar y financiar una red de centros de excelencia sobre ciberdelincuencia para facilitar la formación y la creación de capacidades.

ESTRATEGIA DE CIBERSEGURIDAD NACIONAL DE ESPAÑA

Esta Estrategia fue aprobada el 5 de diciembre de 2013 por el Consejo de Seguridad Nacional (CSN), máximo organismo de España en temas de seguridad. La estrategia delimita el entorno del ciberespacio, fija principios, objetivos y líneas de acción para el logro de la ciberseguridad nacional y define el marco de coordinación de la política de seguridad.

La Estrategia de Ciberseguridad Nacional garantiza la adecuada protección del ciberespacio mediante la cooperación entre los organismos públicos y privados. Se creó un Mando Conjunto de Ciberdefensa que colaborará con las organizaciones empresariales con el objetivo de cubrir las necesidades de prevención, defensa, detección, respuesta y recuperación frente a las

ciberamenazas. El documento oficial aprobado por el CSN se organiza en cinco capítulos a modo de objetivos prioritarios para la ciberseguridad en España:

- El ciberespacio y su seguridad
- Propósito y principios rectores de la ciberseguridad en España
- Objetivos de la ciberseguridad
- Líneas de acción de la ciberseguridad nacional
- La ciberseguridad en el Sistema de Seguridad Nacional

TENDENCIAS EN CIBERSEGURIDAD

En la sección de Bibliografía, se incluyen los informes considerados de mayor impacto, publicados a lo largo del bienio 2015-2016 en España, y algunos a nivel internacional; como conclusión del capítulo, queremos destacar las recomendaciones de dos de ellos: INCIBE y TELEFÓNICA, dado que la mayoría de las tendencias TIC publicadas en ambos informes, han sido recogidas en el mismo.

TENDENCIAS TIC DE INCIBE (2016). JULIO 2016

INCIBE resalta la conexión y ubicuidad de los datos basados en Internet de las Cosas, *Cloud Computing*, dando lugar a la creación de redes y ciudades inteligentes donde el *big data* es un elemento esencial, y las tendencias TIC que recomienda son:

- *Big Data*, *Cloud Computing* e Internet de las Cosas (IoT)
- *Smart Cities* y *Smart Grids*
- Industria 4.0
- Redes sociales
- Tecnologías cognitivas (que incluyen aprendizaje automático, procesamiento en lenguaje natural “NLP” y reconocimiento de voz)
- Sistemas *ciberfísicos* (incluyendo el uso de *drones*, redes de sensores y realidad aumentada)
- Tecnologías móviles, WiFi óptico y Redes 5G
- Nuevos modelos de pago

INCIBE recomienda también tendencias específicas en ciberseguridad, agrupándolas en 20 tendencias globales catalogadas en torno a seis sectores de actividad.

NUEVOS ESCENARIOS Y DESAFÍOS DE LA SEGURIDAD. TELEFÓNICA (SEPTIEMBRE, 2016)

Telefónica publicó en septiembre de 2016 en coedición con Ariel, el informe “*Ciberseguridad, la protección de la información en un mundo digital*”. En el extenso capítulo 4, los autores del informe consideran los nuevos escenarios y desafíos de la seguridad, y hacen una clasificación de las principales tendencias actuales e identifican sus principales vulnerabilidades, así como sus necesidades de seguridad:

- Cloud Computing, Big Data e Internet de las Cosas
- BYOD (trae tu propio dispositivo al trabajo y empresa)
- Internet industrial (Industria 4.0)
- Apps móviles
- Múltiples identidades digitales
- Desafíos legales a la ciberseguridad

OTRAS TECNOLOGÍAS DE IMPACTO EN EL FUTURO DE LA CIBERSEGURIDAD ANALIZADAS

En capítulos anteriores también hemos considerado otras tecnologías de gran impacto en el ámbito de la ciberseguridad:

- Tecnologías financieras: *Fintech* y *Blockchain*,
- Robots colaborativos (*Cobots*), *Bots* y *Chatbots* (*bots* conversacionales),
- Aprendizaje profundo (*Deep Learning*). Una tecnología cognitiva de inteligencia artificial, y un tipo específico de gran impacto del aprendizaje automático (*machine learning*).

En un mundo actual donde la transformación digital de las organizaciones y empresas es una necesidad ineludible, éstas han de contemplar una estrategia de ciberseguridad actualizada. Como Miguel Rego (director de INCIBE) manifestó en Santander, en el Encuentro de Telecomunicaciones y Economía de la Universidad Menéndez Pelayo: «Sin ciberseguridad no se puede construir una España Digital... y la razón es sencilla: los usuarios no recurrirán a servicios online si no se sienten seguros».⁴⁵

LA CONCIENCIACIÓN EN CIBERSEGURIDAD

La empresa y la administración pública deben implementar estrategias para hacer frente a las amenazas cibernéticas. La ciberseguridad se ha convertido en una prioridad tanto para compañías privadas como instituciones públicas. La concienciación dentro de la propia empresa, de la importancia de políticas de seguridad es vital para su definición, despliegue y cumplimiento.

Se requiere una concienciación proactiva dentro de las organizaciones para estar preparadas para el presente y, sobre todo, el futuro. Iniciativas de colaboración público-privada como la ya citada de la Unión Europea, e iniciativas más intelectuales y sencillas -de otras organizaciones y empresas- pueden constituir un punto de partida para esa preparación de las estrategias de ciberseguridad de empresas y organismos de la administración.

La colaboración público-privada es una herramienta indispensable para hacer frente a las ciberamenazas del presente y el futuro, y soporte clave para la realización e implementación de estrategias de ciberseguridad.

Durante la inauguración de la 10ª edición de ENISE (Encuentro Internacional de Seguridad de la Información, celebrado en León, los días 18 y 19 de octubre de 2016) cuyo lema central fue «Trabajando para el desarrollo de la industria nacional de Ciberseguridad», el alcalde de León (España), Antonio Silván⁴⁶, dijo en su presentación una frase que entronca con la necesidad de una colaboración público-privada en ciberseguridad: «la apuesta por la interconexión con los emprendedores y el sector privado, claves en la lucha contra los ciberdelitos »

EL FUTURO DE LA CIBERSEGURIDAD

Las tendencias del sector de seguridad de la información y ciberseguridad se centran en servicios en la **nube, big data & analytics, internet de las cosas** (con todos sus pilares fundamentales: sensores, redes inteligentes –contadores y medidores inteligentes–, *drones* –especialmente inteligentes y programables) y todas las tecnologías asociadas a Industria 4.0. Se requieren herramientas y soluciones que se centren en elementos como la *vulnerabilidad de la empresa, la auditoría de TI y el hacking ético* (especialistas en seguridad informática y ciberseguridad que permitan conocer y comprobar el grado de vulnerabilidad tecnológica de las organizaciones y empresas y que dispongan no sólo de los conocimientos informáticos adecuados, sino que estén dotados de herramientas que les ayuden a prevenir potenciales ataques).

INCIBE presentó el 29 de septiembre de 2016 un diagnóstico de déficit de perfiles especialistas en ciberseguridad en la Unión Europea, que tendrá la necesidad de incorporar en la próxima década unos 825 000 empleos calificados

en este sector⁴⁷. Por estas razones, INCIBE ha lanzado diferentes iniciativas para propiciar el desarrollo de emprendedores y empresas en ciberseguridad, así como la publicación reciente del estudio⁴⁸ «Punto de partida al Modelo de Gestión y seguimiento del talento en ciberseguridad en España». El estudio ha sido una buena prueba práctica de colaboración público-privada ya que han intervenido en su elaboración los principales actores del mercado de ciberseguridad: la industria, el sector académico e investigador y profesionales de la ciberseguridad.

EL DECÁLOGO DE CIBERSEGURIDAD FTF & FUNDACIÓN BANKINTER

El estudio «Ciberseguridad, un desafío mundial»⁴⁹ de la Fundación Innovación Bankinter, que recoge trabajos e intervenciones de expertos en seguridad, nacionales e internacionales⁵⁰ en el foro *FutureTrends Forum* celebrado en diciembre de 2015, termina sus conclusiones con una hoja de ruta a modo de “decálogo de propuestas” –en el informe se puede ver ampliamente las actuaciones recomendadas para cada propuesta– para la ciberseguridad del futuro.

1. *Reducir los costes globales de los ciberataques y cibercrimen.* Se insta a trabajar conjuntamente a los países a nivel internacional bajo el liderazgo de Enisa (Agencia Europea de Seguridad de las Redes y de la Información: <https://www.enisa.europa.eu/>).
2. *Garantizar la integridad de las infraestructuras y soluciones tecnológicas.*
3. *Extender el uso de la tecnología de autenticación de doble factor que verifica dos veces la identidad digital.*
4. *Educar a los ciudadanos en ciberseguridad.*
5. *Concienciar al consumidor digital en seguridad.*
6. *Proteger los datos nacionales en Internet más allá de las fronteras territoriales.*
7. *Responsabilidad penal por el software inseguro.*
8. *Software de calidad.*
9. *Impulsar una estrategia de ciberseguridad global.*
10. *Colaboración público-privada.*

EL DECÁLOGO DE CIBERSEGURIDAD DE INCIBE

INCIBE ha publicado un *Decálogo de Ciberseguridad*⁵¹ -ya comentado en un apartado anterior- dirigido a dar recomendaciones para garantizar la ciberseguridad a las empresas. Los diez pasos recomendados por INCIBE son:

1. Analizar los riesgos.
2. Los responsables de seguridad.
3. Seguridad en el proyecto de trabajo.
4. La protección de la información.
5. Movilidad con seguridad.
6. Protección antimalware.
7. Actualización y parcheo.
8. La seguridad de la red.
9. Monitorización.
10. Seguridad gestionada.

En el prólogo de su decálogo dirigido a la empresa, INCIBE plantea una serie de interrogantes a las que trata de dar respuesta a lo largo del documento, tales como: «¿Cuáles son los servicios más críticos de su empresa? ¿Ha analizado los riesgos tecnológicos de sus servicios más críticos? ¿Tiene un plan B si falla algo? ¿Sus clientes lo saben? ¿Cumple la LOPD⁵²? ¿Ofrece servicio online a través de su página Web? ¿Sabe qué medidas de seguridad deberá tener implantadas?».

CIBERSEGURIDAD 4.0

Nos encontramos al comienzo de la *Cuarta Revolución Industrial* como consecuencia del advenimiento de la tendencia **Industria 4.0**, y en los inicios de una nueva era tecnológica y social que obligará a todas las organizaciones y empresas a afrontar su transformación digital para implementar una **Ciberseguridad 4.0**, como una nueva era de la ciberseguridad que consideramos traerá grandes retos y oportunidades para afrontar con éxito las ciberamenazas, ciberataques, ciberdelitos y ciberriesgos del futuro.

CASO DE ESTUDIO: EL CIBERATAQUE GLOBAL DEL 12 DE MAYO DE 2017

El 12 de mayo de 2017 se produjo un ciberataque global que produjo una alarma mundial⁵³. El ciberataque informático aprovechó una falla en la seguridad de diversas versiones del sistema operativo Windows y logró impactar en miles de empresas, administraciones y centros públicos de numerosos países. El virus conocido por el nombre de **Wannacry** es un *malware* conocido como ***ransomware*** que bloquea y/o encripta los documentos de los equipos y solicita un rescate a cambio de descifrarlos. Según cifras coincidentes en numerosos medios de comunicación de todo el mundo, se vieron afectados más de 350.000 operadores -empresas, administraciones y particulares- y más de 150 países. El ciberataque afectó a infraestructuras críticas como el servicio ferroviario alemán, hospitales británicos, plantas industriales de Renault -el constructor francés de automóviles- o en el caso de España, a Telefónica, la primera operadora española de telecomunicaciones, una empresa multinacional con gran presencia en Europa y América. En el caso de los centros hospitalarios del Reino Unido se vieron afectados una veintena de hospitales y centros médicos, lo que produjo un gran caos en el campo de la salud, ya que quedaron totalmente paralizados y se vieron obligados a suspender su actividad y a desviar a sus pacientes de urgencias a otros centros hospitalarios.

¿QUÉ ES WANNACRY?

Wannacry es un *malware* (programa de software malicioso) de la familia del *ransomware* que cifra el contenido de los computadores en los cuales se instala para bloquearlos y los hace inaccesibles a sus propietarios y reclama un rescate (en este caso, de 300 dólares, p. e., a pagar en *bitcoins*). Los ciberdelincuentes, una vez bloqueado el computador envían un mensaje en el que solicitan la cantidad de dinero anterior (u otra) para desbloquear el equipo y recuperar los datos.

El *ransomware* bloquea los computadores personales y dispositivos móviles - tabletas, teléfonos inteligentes...- o cifra los archivos de los equipos infectados para impedir el acceso al usuario.

¿Cómo se produjo el ciberataque? El ciberataque se efectuó usando el programa WannaCry aprovechando una brecha de seguridad detectada en el programa Windows y reconocida/alertada por la compañía Microsoft, el 14 de marzo de 2017. El software malicioso⁵⁴ suele llegar -normalmente- por correo electrónico con un archivo adjunto (comprimido y encriptado) que una vez descargado bloquea el computador y se hace con su control, cifrando todos los datos, así como de todos los computadores que estén en su red. Existen dos tipos

de bloqueo: sin encriptación y con encriptación. Después de infectar el equipo lanza un mensaje de advertencia con la amenaza y el importe que se ha de pagar. A continuación, los equipos de ciberseguridad deben actuar contra la ciberamenaza.

¿Cómo funciona el *ransomware*?⁵⁵

Este tipo de *malware* afecta a usuarios de Windows -también puede afectar a otros sistemas operativos-, realiza un secuestro de datos, infecta a un equipo, encripta los archivos del computador y obliga a efectuar un pago para recuperarlos

¿Cómo evitar el *ransomware*?

El INCIBE (Instituto Nacional de Ciberseguridad de España) y el CERTSI⁵⁶ (El Centro de Respuesta a Incidentes de Seguridad e Industria) del CNI-CERT recomiendan estar informados a través de los canales oficiales y mantenerse pendiente de las actualizaciones periódicas, y publican para organizaciones, empresas y usuarios, informes periódicos o extraordinarios sobre temas relativos a ciberamenazas y, en particular, el caso considerado de los ciberataques de mayo de 2017.

El CCN-CERT del CNI (Centro Nacional de Inteligencia de España) ha publicado un informe - disponible en línea- sobre “*Medidas de seguridad contra el ransomware*”⁵⁷ en el que se incluyen pautas y recomendaciones generales y en el que se detallan los pasos del proceso de desinfección y las principales herramientas de recuperación de los archivos, en este tipo de ataques.

RESUMEN

En repetidas ocasiones se asocia el término *Ciberseguridad* al concepto de *Seguridad de la Información*, pero este concepto no es del todo correcto y existen algunas diferencias. “La Ciberseguridad busca proteger la información digital (activo de información) existente en los sistemas que se encuentran interconectados, y en consecuencia está comprendida dentro de la Seguridad de la Información”.

Un **activo de información** es el conjunto de conocimientos o datos que tienen valor para una organización, mientras que un **sistema de información** comprende a las aplicaciones, servicios, activos de tecnologías de información u otros componentes que permiten el manejo de la misma.

La **seguridad de la información** tiene un alcance mayor que la ciberseguridad, puesto que la primera busca proteger la información de riesgos que puedan afectarla, en sus diferentes formas y estados. Por el contrario, la ciberseguridad se enfoca principalmente en la información en formato digital y los sistemas

interconectados que la procesan, almacenan o transmiten, por lo que tiene un mayor acercamiento con la seguridad informática.

- Las propiedades principales de la ciberseguridad y de la seguridad de la información son: disponibilidad, integridad y confidencialidad.
- Otra propiedad importante es el no repudio. Los emisores y receptores de un mensaje no pueden negar o repudiar el envío o recepción de una información con métodos legales y válidos.
- El estándar ISO/IEC 27032 es específico de ciberseguridad.
- Una infraestructura crítica de un país es una instalación física, red, servicios y equipos físicos cuya interrupción o destrucción tendrá un impacto mayor en la salud, la seguridad o el bienestar económico de los ciudadanos o en el eficaz funcionamiento de las instituciones del Estado y de las administraciones públicas.
- El ciclo de vida de la ciberseguridad, según Telefónica, consta de tres etapas: prevención, detección y respuesta, y una cuarta etapa transversal: la investigación.
- Las ciberamenazas son muy numerosas. En España, el CCN-CERT – organismo dependiente del CNI, Centro Nacional de Inteligencia– publica todos los años un informe de gran interés para profesionales de la ciberseguridad; el último publicado, en 2016: «Ciberamenazas 2015 y Tendencias 2016» describe las amenazas y agentes de mayor impacto tanto en España como en el resto del mundo.
- La resiliencia o ciberresiliencia es un término muy utilizado en la ciberseguridad que se refiere a la capacidad de los sistemas para seguir operando pese a estar sometidos a un ciberataque.
- Las organizaciones y empresas están sometidas a ciberriesgos y, por ello, es recomendable disponer de un seguro de ciberriesgos.
- La inteligencia artificial está contribuyendo en estos años y lo hará en el futuro a la detección y prevención de ciberamenazas, así como en la protección contra ciberdelitos, ciberespionaje, ciberguerra, etcétera.
- La ciberseguridad eficiente exige una colaboración público-privada. En la Unión Europea existe una iniciativa con un proyecto de colaboración público-privada para ayudar a las empresas.
- Los países han de tener una estrategia nacional de ciberseguridad. España y muchos países de Latinoamérica disponen de ellas. La Unión Europea tiene una estrategia de ciberseguridad a nivel europeo.
- Es necesario una concienciación sobre la ciberseguridad en las empresas tanto a nivel directivo como a nivel de empleado.

BIBLIOGRAFÍA

- **AYALA**, Luis (2016). *Cyber-Physical Attack Recovery Procedures. A Step-by-Step Preparation and Response Guide*. Nueva York: Apress.
- **BANKINTER** (2016). *Ciberseguridad. Un desafío mundial*. mayo 2016. www.fundacionbankinter.org
- **CABALLERO**, M. A; **CILLEROS**, D. y **SHAMSAIFAR**, A. (2016). *El libro del Hacker*. 2ª ed. Madrid: Anaya Multimedia.
- **CABALLERO**, M. A; **CILLEROS**, D. y **OLÍAS DE LIMAS**, M. A. (2016). *Hacking Mobile. La guía imprescindible*. Madrid: Anaya Multimedia.
- **CARPENTIER**, Jean-François (2016). *La seguridad informática en la PYME. Situación actual y mejores prácticas*. Barcelona: Ediciones ENI.
- **DONALDSON**, Scott E., et al. (2015). *Enterprise Cybersecurity. How to Build a Successful Cyberdefense Program Against Advanced Threats*. Nueva York: Apress.
- **INCIBE** (2016a). *Tendencias en el mercado de la Ciberseguridad*. León, julio 2016. www.incibe.es
- **INCIBE/OSI/AEPD** (2016b). *Guía de privacidad y Seguridad en Internet*. León, octubre, 2016. www.incibe.es
- **INCIBE** (2016c). *Punto de partida al Modelo de gestión y seguimiento del TALENTO en ciberseguridad en España. Visión conjunta de la industria, sector académico e investigador y profesionales del sector*.
https://www.incibe.es/sites/default/files/contenidos/notasprensa/doc/modelo_gestion_talento_incibe.pdf
- **INCIBE** (2015). *Decálogo de ciberseguridad. El camino hacia la ciberseguridad en su empresa*.
https://www.incibe.es/extfrontinteco/img/File/empresas/blog/2014Octubre/decalogo_ciberseguridad_empresas.pdf
- **INSTITUTO ESPAÑOL DE ESTUDIOS ESTRATÉGICOS** (2011). *Ciberseguridad. Retos y amenazas a la seguridad nacional en el Ciberespacio*. Cuadernos de Estrategia, núm. 149. **JOYANES**, Luis (Coord). Madrid: Ministerio de Defensa.

- **INSTITUTO ESPAÑOL DE ESTUDIOS ESTRATÉGICOS** (2017). *Ciberseguridad. La colaboración público-privada*. Cuadernos de Estrategia, núm. 185. **JOYANES**, Luis (Coord). Madrid: Ministerio de Defensa.
- **JOYANES**, Luis (2015). *Sistemas de información en la empresa. El impacto de la nube, la movilidad y los medios sociales*. Barcelona: Marcombo; México: Alfaomega.
- **JOYANES**, Luis (2014). *Big Data. Análisis de grandes volúmenes de datos en organizaciones*. Barcelona: Marcombo; México: Alfaomega.
- **JOYANES**, Luis (2013). *Computación en la nube. El impacto del cloud computing en las empresas*. Barcelona: Marcombo; México: Alfaomega.
- **McAfee Labs** (2016a). Predicciones sobre amenazas para 2016. Intel Security/McAfee. Agosto 2016.
<http://www.mcafee.com/es/resources/reports/rp-threats-predictions-2016.pdf>
- **McAfee Labs** (2016b). *Informe de McAfee Labs sobre amenazas*. Septiembre 2016. Intel Security/McAfee. Septiembre 2016.
<http://www.mcafee.com/es/resources/reports/rp-quarterly-threats-sep-2016.pdf>
- **MEDINA**, Manel, **MOLIST**, Mercè (2015). *Cibercrimen*. Barcelona: Tibidabo Ediciones.
- **MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA** (2015). *Informe anual de Seguridad Nacional 2014*. Madrid: Gobierno de España.
http://www.dsn.gob.es/sites/dsn/files/Informe_Seguridad_Nacional%202014.pdf
- **MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA** (2016). *Informe anual de Seguridad Nacional 2015*. Madrid: Gobierno de España.
<http://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Paginas/2016/270516rajoycsn.aspx>
<http://www.lamoncloa.gob.es/serviciosdeprensa/notasprensa/Documents/INFORME%20ANUAL%20DE%20SEGURIDAD%20NACIONAL%202015.pdf>
- **OEA-BID** (2016). *Ciberseguridad 2016. ¿Estamos preparados en América Latina y el Caribe?* Marzo, 2016. <https://digital-iadb.leadpages.co/ciberseguridad-en-la-region/>
- **ONTSI** (2016). *Estudio sobre la Ciberseguridad y confianza en los hogares españoles*. Junio 2016.

<http://www.ontsi.red.es/ontsi/es/estudios-informes/ciberseguridad-y-confianza-en-los-hogares-espa%C3%B1oles-junio-2016>.

- **SEGURA**, Antonio y **GORDO**, Fernando (Coords). *Ciberseguridad global. Oportunidades y compromisos en el uso del ciberespacio*. Granada. Universidad de Granada/Mando de Adiestramiento y Doctrina.
- **SIKORSKI**, Michael y **HONIG**, Andrew (2012). *Practical Malware Analysis. The Hands-On Guide to Dissecting Malicious Software*. San Francisco: No Starch Press.
- **TELEFÓNICA** (2016). *Ciberseguridad. La protección de la información en un mundo digital*. Madrid: Ariel/Fundación Telefónica. Septiembre, 2016.
http://www.fundaciontelefonica.com/artes_cultura/publicaciones-listado/pagina-item-publicaciones/itempubli/531/
- **TOUHIL**, Gregory J. y **TOUHILL**, C. Joseph (2014). *Cybersecurity for Executives. A Practical Guide*. New Jersey: Wiley.
- **ULSCH**, MacDonnell. *Cyber Threat How to Manage the Growing Risk of Cyber Attacks*. New Jersey: Wiley

NOTAS:

¹ISACA. *Fundamentos de ciberseguridad*. 2015, p. 5.

²UIT, *Seguridad en el ciberespacio - Ciberseguridad. Aspectos generales de la ciberseguridad*. 2010.
<http://www.itu.int/net/itunews/issues/2010/09/20-es.aspx>.

³ISACA, *op. cit*, p. 5.

⁴ Portal de Academia ESEP. Miguel Ángel Mendoza: *¿Ciberseguridad o seguridad de la información? Aclarando la diferencia*: <http://www.welivesecurity.com/la-es/2015/06/16/ciberseguridad-seguridad-informacion-diferencia/>. 15 de junio, 2015.

⁵ <http://cso.computerworld.es/alertas/norma-isoiec-27032-nuevo-estandar-de-ciberseguridad>

⁶ Scott E. Donaldson et al. *Enterprise Cybersecurity. How to Build a Successful Cyberdefense Program Against Advanced Threats*. Apress, 2015.

⁷ Guillen, Beatriz; Faus Joan y Jimenez, Rosa. "Varios ciberataques masivos inutilizan las webs de grandes compañías". *El País*, 22 de octubre, 2016. http://tecnologia.elpais.com/tecnologia/2016/10/21/actualidad/1477059125_058324.html

⁸ Noticias de Panda Security: www.pandasecurity.com/spain/mediacenter/malware/la-ciberseguridad-objetivo-preferente-de-las-empresas . [consultado, 30 de julio, 2016]

⁹ Antonio Becerra, "El reto actual de la ciberseguridad", en *El Economista*, México, 29 de agosto de 2015. www.eleconomista.com.mx/tecnociencia/2015/08/29/reto-actual-ciberseguridad [consultado, 7 de agosto, 2016].

¹⁰ Véase *Cuaderno de Estrategia*, núm. 149, del IEEE (2012). *Ciberseguridad. Retos y oportunidades a la seguridad nacional en el ciberespacio*. Madrid.

¹¹ Fuente: Telefónica, 2016.

¹² INCIBE. *Taxonomía de soluciones de ciberseguridad*, 2015.

¹³ *Ibid*, pp. 30-31.

¹⁴ *Glosario de términos del CCN-STIC 401*.

¹⁵ <https://www.symantec.com/es/mx/page.jsp?id=cyber-resilience>

¹⁶ CCN-CERT. *Informe de Ciberamenazas 2015/Tendencias 2016 IA-09/16*.

¹⁷ <http://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Paginas/2016/270516rajoycsn.aspx>.

<http://www.lamoncloa.gob.es/serviciosdeprensa/notasprensa/Documents/INFORME%20ANUAL%20DE%20SEGURIDAD%20NACIONAL%202015.pdf> [consultados 30 de septiembre, 2016]

¹⁸ http://www.dsn.gob.es/sites/dsn/files/Informe_Seguridad_Nacional%202014.pdf

¹⁹ CISCO, *Informe Semestral de Seguridad de Cisco 2015*, 6 de agosto 2015.

²⁰ CCN-CERT IA-09/15. *Ciberamenazas 2014. Tendencias 2015. Resumen ejecutivo*, p. 15. <https://www.ccn-cert.cni.es/informes/informes-ccn-cert-publicos/795-ccn-cert-resumen-ia-09-15-ciberamenazas-2014-tendencias-2015/file.html>

²¹ Es una enciclopedia que se encuentra alojada en la web oculta (Hidden web, también llamada invisible web o deep web) y funciona como índice para acceder a páginas de dominio (.onion) que indica una dirección IP anónima accesible por medio de la red TOR (The Onion Route). [CCN-CERT 2015, p. 15]

²² Véase Informe “Ciberamenazas 2014. Tendencias 2015” del CCN-CERT IA-09/15

²³ Anuncio realizado en León el 24 de septiembre de 2015, por el Instituto Nacional de Ciberseguridad (INCIBE), a través del CERT de Seguridad e Industria. Véase *La Vanguardia*: <http://www.lavanguardia.com/tecnologia/20150924/54436823384/es-pana-ha-sufrido-52-ciberataques-a-infraestructuras-criticas-en-2015.html>

²⁴ Citado por Marimar Jimenez en “El negocio de la ciberseguridad se dispara ante las nuevas amenazas”, *Cinco Días*, 30 de noviembre, 2015. [en línea] http://cincodias.com/cincodias/2015/11/29/tecnologia/1448814144_530160.html

²⁵ Carmen Alaba, 14 de septiembre, 2015. www.expansion.com/empresas/banca/2015/06/22

²⁶ INCIBE. *Decálogo de Ciberseguridad: “El camino hacia la ciberseguridad en su empresa. Diez pasos para garantizar la ciberseguridad en su empresa”*. 2015. www.incibe.es/blogs/post/Empresas/BlogSeguridad/Articulo-y-comentarios/Decalogo-ciberseguridad-empresas?origen_carrusel 30/10/2014. [consultado, 1/09/2016]

²⁷ Junta general de accionistas 2015 de Bankia. *Expansión*, 22/09/2015.

²⁸ Santiago Millán. “Telefónica supera los 400 millones de dólares en su negocio global de Ciberseguridad”, *Cinco Días*, 9 de octubre, 2015, p. 6.

²⁹ www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/49683.wss#feeds

³⁰ www.accenture.com/es-es/company-news-release-new-cybersecurity-platform

³¹ *Ibid.*

³² *Negocios*. “Hacia un mercado común en la Red”. Periódico *El País*, suplemento *Negocios*, 28 de agosto, 2016, p. 12.

³³ *Ibid.* La empresa española S2 Grupo ha sido una de las participantes en la firma del contrato que se celebró el 5 de julio de 2016 en la sede del Parlamento Europeo de Estrasburgo, en el que han colaborado 50 organizaciones europeas. S2 será una de las empresas que liderará la estrategia de I+D de ciberseguridad europea en los próximos años. Representando a la empresa española, como socio de ECSO, asistió Miguel A. Juan, CEO de S2 Grupo.

³⁴ *Digital Single Market.* ec.europa.eu/priorities/digital-single-market_en

³⁵ <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/communication-cybersecurity-strategy-european-union-open-safe-and-secure-cyberspace>

³⁶ [https://ec.europa.eu/digital-single-market/eu\)news/directive-security-network-and-information-systems-nis.directive](https://ec.europa.eu/digital-single-market/eu)news/directive-security-network-and-information-systems-nis.directive)

³⁷ *Andrus Ansip, Comisario Encargado de Seguridad de la Unión Europea, Ibid. Negocios, El País, p. 12.*

³⁸ <https://www.boe.es/doue/2016/194/L00001-00030.pdf>

³⁹ <https://www.symantec.com/es/mx/page.jsp?id=cybersecurity-trends>

⁴⁰ <https://digital-iadb.leadpages.co/ciberseguridad-en-la-region/>

⁴¹ <https://www.symantec.com/es/mx/page.jsp?id=cybersecurity-trends>

⁴² *Video presentación informe OEA-BID: Cybersecurity Report 2016: Are We Ready in Latin America and the Caribbean?*

<https://www.csis.org/events/cybersecurity-report-2016-are-we-ready-latin-america-and-caribbean>

⁴³ www.iadb.org/es/noticias/comunicados-de-prensa/2016-03-14/informe-sobre-ciberseguridad-en-america-latina,11420html

⁴⁴ *Ibid.*

⁴⁵ *Encuentro de Telecomunicaciones y Economía Digital, Universidad Menéndez Pelayo, Santander, 9 de septiembre, 2016. [en línea.*

<http://www.ciospain.es/seguridad/sin-ciberseguridad-no-se-puede-construir-una-espana-digital-asegura-el-incibe>]

⁴⁶ EFE. Diario de León, “Enise reúne a 1.100 expertos con el reto de crear industria nacional de ciberseguridad”. http://www.diariodeleon.es/noticias/leon/enise-reune-1-100-expertos-reto-crear-industria-nacional-ciberseguridad_1107556.html [consultado 18 de octubre, 2016].

⁴⁷ INCIBE. [en línea] <https://www.incibe.es/sala-prensa/notas-prensa/el-futuro-ciberseguridad-demandara-825000-profesionales-del-sector-2025>

⁴⁸ INCIBE. [en línea] https://www.incibe.es/sites/default/files/contenidos/notaspress/doc/modelo_gestion_talento_incibe.pdf.

⁴⁹ El estudio completo fue presentado el 5 de mayo de 2016 [en línea]: <https://www.fundacionbankinter.org/documents/20183/42758/Ciberseguridad/f22bf829-7bb5-447c-9c88-9f7bac51f482>. El estudio es también una publicación del Future Trends Forum donde se analizan los desafíos de la ciberseguridad en el entorno global y se plantean una hoja de ruta de diez propuestas para regular y mejorar nuestra ciberseguridad. El resumen ejecutivo también se puede descargar on-line en: <https://www.fundacionbankinter.org/documents/20183/42758/Ciberseguridad+-+Resumen+ejecutivo/63992dfa-c3e1-476f-9e3f-eeb7db6f6d86>

⁵⁰ Entre los expertos mundiales convocados por el foro FTF se destacan tres grandes expertos españoles en ciberseguridad: Carlos Jiménez, presidente y fundador de Secuware; Isaac Gutiérrez, jefe internacional de ciberseguridad en Prosegur y Miguel Rego, director general de INCIBE.

⁵¹ INCIBE. Decálogo de ciberseguridad. El camino hacia la ciberseguridad de su empresa. [en línea] https://www.incibe.es/extfrontinteco/img/File/empresas/blog/2014Octubre/decalogo_ciberseguridad_empresas.pdf. 2015

⁵² [Y si cumplirá en el futuro, la ya aprobada Ley de Privacidad y Protección de Datos de la Unión Europea, véase Capítulo 1.]

⁵³ La mayoría de los medios de comunicación impresos, radio, televisión, redes sociales... de todo el mundo se hicieron eco de la noticia. La revista de Tecnología del periódico El Economista (España) publicó en su número de mayo, varios artículos relativos al ciberataque: <http://www.eleconomista.es/premium/pdf.php?idPDF=7650>

⁵⁴ Lalo Agustina, en un excelente artículo explica con detalle en La Vanguardia -edición impresa-, los pasos a seguir para entender el ransomware y cómo hacerle frente con éxito: “Un virus informático infecta a miles de ordenadores [computadores] de todo el mundo”. La Vanguardia, 13 de mayo, 2017, p 53.

⁵⁵ La revista española *ComputerHoy.com* tiene publicados en línea varios artículos sobre el funcionamiento del ransomware: <http://computerhoy.com/noticias/software/que-es-ransomware-como-funciona-secuestro-datos-43513>

⁵⁶ <http://www.elmundo.es/economia/macroeconomia/2017/05/14/59182bc4e2704e0a5f8b45b1.html>

⁵⁷ CCN_CERT BP 04/16. *Buenas prácticas Ransomware (marzo 2017)*. [en línea] <https://www.ccn-cert.cni.es/informes/informes-ccn-cert-publicos/2091-ccn-cert-bp-04-16-ransomware-1/file.html>

CAPÍTULO 11

ANALÍTICA DE DATOS

(BIG DATA & ANALYTICS)

El crecimiento exponencial de datos en la última década ha de ser explotado de manera eficaz y eficiente por las organizaciones. Hoy en día, los datos no estructurados, que pueden llegar al 80% o más de la información de la empresa, afectan a las infraestructuras de cómputo (computadores y servidores). El problema es que suelen ser difíciles de analizar y, en cualquier forma, el proceso puede durar mucho tiempo si no se tiene una formación adecuada.

En primer lugar, se requiere adquirir los datos, y a continuación se deben organizar; una vez realizadas estas operaciones, hay que llevar a cabo los procesos de análisis (con procesos de descubrimiento, consultas e informes, minería de datos, etc.) y la toma de decisiones mediante la planificación y predicciones adecuadas.

La analítica de Big Data y sus herramientas permiten a los usuarios analizar los datos masivos con tamaños desde terabytes hasta petabytes —y cada vez más, exabytes— de un modo rápido y económico. Por su parte, los usuarios deben ser capaces de explorar y visualizar datos masivos mediante gráficos interactivos, cuadros de mando integral, CMI (*balanced scorecards*), tableros de control o cuadros de mando (*dashboards*) y visualizadores de informes de resultados en tiempo real cuando sea necesario.

El tratamiento y análisis de grandes volúmenes de datos requiere de una gran potencia analítica. El análisis de Big Data debe ayudar a tomar mejores decisiones y evaluar las medidas que se han de tomar del modo más eficiente y

rentable posible. En este capítulo, se estudiará el análisis de datos en sentido general y la analítica de Big Data, analítica Web, analítica móvil y analítica social y analítica de sentimientos.

¿QUÉ ES ANALÍTICA DE DATOS? (*DATA ANALYTICS*)

Existen numerosas definiciones del término analítica de datos (*analytics*), pero hemos decidido utilizar la definición de ISACA, organización profesional de impacto mundial en sistemas de información (gobierno, auditoría y seguridad) que publicó en agosto de 2011, un artículo (*white paper*)¹ con el mismo nombre para dar su opinión sobre un término de tanto impacto en el mundo corporativo.

La analítica de datos (AD, Data Analytics, DA) “implica los procesos y actividades diseñados para obtener y evaluar datos para extraer información útil”. Los resultados de la AD (DA) se pueden utilizar para: identificar áreas clave de riesgos, fraudes, errores o mal uso; mejorar los procesos de negocios; verificar la efectividad de los procesos e influir en las decisiones del negocio. Existen muchos temas para considerar cuando arranca un nuevo programa de AD, incluyendo la maximización del retorno de inversión (ROI), cumplimiento de presupuesto de proyectos, gestión de falsos resultados, aseguramiento de la protección, y confidencialidad de las fuentes de datos y resultados.

Hay una gran variedad de herramientas y métodos de software que se utilizan en analítica de datos. Las técnicas que más se emplean son: consultas e informes (*querying y reporting*), visualización, minería de datos, análisis predictivo de datos, lógica difusa, optimización, *streaming* de audio, video o fotografía, etcétera.

Analítica de datos se considera también la ciencia de examinar datos en bruto (crudos) con el propósito de obtener conclusiones acerca de la información contenida en ellos. Se usa en muchas industrias para que las organizaciones y empresas tengan mejoras en la toma de decisiones. Este término suele emplearse en el campo de la inteligencia de negocios (*business intelligence*), y según los fabricantes de herramientas de software puede abarcar una gran variedad de términos: OLAP, CRM, dashboard (tableros de control), etcétera.

La analítica de datos hoy día está influenciada por todo tipo de dispositivos y medios sociales, como los datos procedentes de GPS, chips NFC y RFID, códigos de barra y códigos QR, sensores ZigBee, y otros dentro de Internet de las cosas, o datos procedentes de redes sociales (Facebook, Twitter, LinkedIn o Instagram), todos ellos unidos al tránsito de datos en todo tipo de negocios como banca, grandes almacenes, medios de comunicación, industrias, etcétera.

TIPOS DE ANALÍTICA DE DATOS

La analítica de datos consta de varias etapas que van desde la captura de datos hasta la producción de resultados para que las empresas obtengan un valor empresarial óptimo. Existen tres clases o tipos de analítica de datos, descriptiva, predictiva y prescriptiva.

Analítica descriptiva (*descriptive analytics*). Consiste en preparar y analizar datos históricos para identificar patrones y tendencias. Logra un profundo conocimiento a partir de dichos datos con informes, cuadros de mando, agrupaciones, etc. Utiliza los datos para explicar lo que sucedió en el pasado. Por esta razón el análisis descriptivo responde a la pregunta: ¿qué pasó? ¿qué ha pasado? La analítica descriptiva usa técnicas como: modelos de regresión, modelados y visualización de datos. Algunas escuelas como la citada consultora Gartner consideran una cuarta categoría denominada "*analítica de diagnóstico*", que detalla análisis y visualizaciones de diagnósticos y responden a la pregunta: ¿por qué ha pasado?

La analítica descriptiva está muy ligada a la inteligencia de negocios y por ello nos permite conocer alguna de las siguientes actividades:

- Detectar cuáles son los productos que se venden más y en qué zonas geográficas de despliegue del negocio.
- Observar la evolución histórica de la demanda de un producto o servicio en determinados periodos de tiempo.
- Conocer las personas o empresas más influyentes en el sector de negocios de la empresa.
- Visualizar las noticias de prensa, radio, tv, redes sociales de mayor repercusión, así como su situación geográfica, segmentos de población, etcétera.

Analítica predictiva (*predictive analytics*). Permite descubrir patrones ocultos en datos que el experto humano no puede apreciar. Es el resultado de aplicar matemáticas y estadística a los datos. Consiste en utilizar los datos para determinar lo que sucede o pueda suceder en el futuro. La analítica predictiva permite determinar la probabilidad asociada a eventos futuros a partir del análisis de la información disponible (presente y pasado); además, hace posible descubrir relaciones entre los datos que normalmente no se detectan con un análisis menos complejo. Los modelos predictivos emplean técnicas de aprendizaje automático, minería de datos, etc. Responde a las preguntas: ¿qué va a pasar? y ¿qué sucederá?

La analítica predictiva trata de extraer conocimiento de los datos en forma de patrones, tendencias o modelos que nos proporcione una cierta tendencia sobre potenciales situaciones futuras o el resultado de diferentes alternativas sobre las

que tomar una decisión. El objetivo clave es pronosticar lo que sucederá en el futuro a partir del análisis de los datos históricos; es decir, la analítica predictiva se construye sobre la analítica descriptiva y usa modelos estadísticos avanzados y de aprendizaje automático.

Algunas de las tareas que permite la analítica predictiva, son:

- Anticipar demandas de clientes en diferentes puntos de venta.
- Detectar transacciones bancarias fraudulentas.
- Descubrir grupos de interés de clientes que comparten características comunes, demográficas, geográficas, preferencias de productos, etcétera.

Analítica prescriptiva (*prescriptive analytics*). Utiliza los datos para prescribir aquellas acciones que incrementan nuestras posibilidades de obtener los mejores resultados; determina nuevas formas de operar que permiten alcanzar los objetivos de negocio. Responde a la pregunta: ¿por qué va a pasar? ¿qué hacer para que pase? Sugiere opciones de decisión acerca de la manera de aprovechar una oportunidad de futuro o mitigar un riesgo futuro, y muestra las consecuencias de cada decisión; nos permitirá saber qué debemos hacer para optimizar nuestro negocio.

ANALÍTICA DE NEGOCIOS (*BUSINESS ANALYTICS / ANALYTICS*)

Analítica de negocios o analítica empresarial (*business analytics* o simplemente *analytics*), es el descubrimiento y la comunicación de patrones significativos de datos. La analítica posibilita lograr una ventaja competitiva para las organizaciones, sobre todo a aquellas que son más ágiles e innovadoras; es un subconjunto de la inteligencia de negocios y así se suele considerar; sin embargo, la analítica está alcanzando mucha fuerza. Así, el reputado informe anual de la consultora Gartner "Cuadrante mágico de Gartner de plataformas de Inteligencia de Negocios" pasó a denominarse "Cuadrante mágico de Gartner de plataformas de Inteligencia de Negocios y Analítica" desde el año 2013.

Analítica ha emergido, según Gartner, como un término que engloba a diferentes iniciativas y aplicaciones relacionadas de inteligencia de negocios. Sin embargo, muchas otras escuelas consideran analítica como el proceso de analizar información de un dominio determinado, como puede ser analítica web o analítica social. Otras escuelas consideran el término como la aplicación de las capacidades de inteligencia de negocios o negocio (IN) a un área de contenido específico (por ejemplo, ventas, servicios, cadena de suministro, etc.). *Analytics* ha ganado un creciente interés de los profesionales de negocio de TI que tratan

de explotar los grandes volúmenes de datos disponibles generados interna o externamente.

DATOS EN TIEMPO REAL

Hoy día existen una enorme cantidad de datos que proceden de las tecnologías más comunes existentes, y que producen grandes volúmenes de datos como: datos espaciales, de sistemas de información geográfica (SIG/GIS), de geolocalización, generados por máquinas (M2M o Internet de las cosas) como chips móviles (NFC, RFID...), sensores, robots, códigos QR, antenas, sistemas de medios de comunicación, datos de acontecimientos o eventos, etcétera.

Por otra parte, el flujo continuo y creciente de datos (*streaming Big Data*) —sobre todo en datos de texto, video, fotografía y audio— producen su procesamiento en tiempo real, es decir, a medida que se producen, se capturan y almacenan; este flujo continuo es crucial para encontrar datos significativos y de calidad.

La creciente marea de grandes volúmenes de datos procedentes de dispositivos de geolocalización, realidad aumentada y telefonía móvil (especialmente de teléfonos inteligentes) requiere en numerosos negocios y actividades de la vida diaria, la toma de decisiones rápida y en tiempo real o con el menor retardo.

UNA VISIÓN GLOBAL DE LA ANALÍTICA DE BIG DATA

El análisis de *Big Data* es el proceso de examinar, a una gran velocidad, grandes volúmenes de datos de una amplia variedad de tipos y de gran valor (el modelo de las 4V) para descubrir patrones ocultos, correlaciones desconocidas y otra información útil, de modo que los resultados del análisis puedan proporcionar ventajas competitivas a las organizaciones en relación con la competencia y producir beneficios para el negocio, tales como un marketing (mercadotecnia) más efectivo y eficaz, y mayores ingresos.

Los grandes volúmenes de datos procederán de bases de datos relacionales tradicionales, así como otras fuentes de datos (capítulo 5) como son: registros del servidor Web, de seguimiento de clics en Internet (*clickstream*), informes de actividades sociales, medios de comunicación, datos de teléfonos móviles inteligentes, registros detallados de llamadas en las centralitas de la empresa o en sus *call centers*, la información captada por sensores. Recordemos que los grandes datos no sólo se asocian a los datos no estructurados y semiestructurados, sino también a los datos estructurados procedentes de transacciones comerciales o almacenados en bases de datos relacionales. Algunas personas asocian exclusivamente grandes datos a análisis de datos no

estructurados. Sin embargo, lo técnicamente correcto es asociar la analítica de *Big Data* a la integración de datos estructurados y no estructurados/semiestructurados.

El análisis de grandes datos se puede hacer con herramientas de software tradicionales dentro de las técnicas de analítica avanzadas como la minería de datos o el análisis predictivo. Sin embargo, las fuentes de datos no estructurados utilizados en el análisis de grandes cantidades de datos pueden no encajar en los almacenes de datos tradicionales (las bases de datos o los almacenes de datos empresariales, EDW) y además estos almacenes pueden no ser capaces de manejar las demandas de procesamiento de grandes datos. En consecuencia, han surgido nuevas tecnologías que incluyen *bases de datos NoSQL* y “*en memoria*”, Hadoop y MapReduce, SAP Hana, Oracle *in-memory*, etc.

Los grandes retos que enfrentan las organizaciones es la necesidad de integrar las nuevas infraestructuras de *Big Data* con las infraestructuras de datos existentes, y tal vez más complicado, la contratación de profesionales con experiencia en analítica de *Big Data*, como analistas y científicos de datos. Ya se ha comentado también la dificultad de que los *data warehouses* convencionales puedan escalar hasta terabytes de datos o soportar analítica avanzada.

La tecnología, no obstante, sigue avanzando y comienzan a verse actualizaciones en torno a plataformas NoSQL que tienen información estructurada y no estructurada. Así, en la galería de soluciones disponibles, actualmente se encuentra la aplicación Greenplum, de EMC; Hadoop y MapReduce; la nueva plataforma Vertica, de HP; la oferta por separado de Smart Analytic System y Netezza, de IBM, basadas en DB2, y Microsoft Parallel Data Warehouse. Existen otros jugadores más pequeños, de nicho, como Infobright y Kognitio. Oracle ha entrado en el mercado, y está ofreciendo magníficas soluciones; y Teradata sigue siendo una de las soluciones líderes.

En el entorno de *Big Data*, las organizaciones se encuentran ante el desafío de incorporar información en crudo, sin procesar, que se actualiza en tiempo real y que presenta una enorme complejidad. Pero la cuestión clave no tiene que ver con la capacidad para recolección y almacenamiento de los grandes datos. No basta con capturar y almacenar una gran cantidad de datos, es necesario saber organizarlos, refinarlos y convertirlos en información relevante que permita ganar posiciones en el mercado. La información en crudo tiene sólo valor potencial, es su análisis y sistematización lo que permite incrementar la capacidad de innovar de las organizaciones. De manera que el tratamiento de los grandes volúmenes de datos requiere de las etapas de tratamiento de big data analizadas en el capítulo 5:

Adquisición o ingesta de datos. Los datos procederán de fuentes de datos tradicionales (almacenes de datos de empresa EDW, bases de datos relacionales y archivos con datos transaccionales) y de una gran cantidad de fuentes de datos

no estructurados que se podrán almacenar en bases de datos NoSQL y “en memoria” (*in-memory*).

Procesamiento de la información. Preparar y tratar la información para obtener de ella los mejores resultados posibles, y sobre los cuales se puedan aplicar lo más eficientemente posible las técnicas de analítica avanzada.

Análisis. Analizar toda la información con acceso a todos los datos con herramientas estadísticas avanzadas como puede ser la minería social y de opinión, o aplicar técnicas desarrolladas con el lenguaje de programación R, específico para el diseño de estadística avanzada. Desde un punto de vista global, sería conveniente que el proveedor de analítica pueda ofrecer herramientas de consultas (*quering*) e informes “reportes” (*reporting*), minería de datos, visualización de datos, modelado predictivo y optimización.

Decisión, resultados y visualización. Tomar decisiones en tiempo real o lo más rápido posible, de modo que pueda afectar positivamente en los negocios de la empresa. Esta etapa se encuentra indisolublemente unida a la etapa de análisis; de hecho, muchos vendedores ofrecen estas herramientas integradas con las de decisión (este es el caso de Oracle). La decisión se ha de realizar en tiempo real sobre la base de los resultados obtenidos en el análisis, de modo que se conviertan los datos en crudo en *conocimiento accionable* para integrarlo en los tableros de control (*dashboards*), cuadros de mando integral (*balanced scorecards*), y herramientas de visualización, y así predecir el comportamiento de un producto o servicio a los consumidores.

CATEGORÍAS DE ANALÍTICA

Se pueden considerar diferentes categorías de analítica de datos en función de los dispositivos y plataformas a utilizar en el proceso completo de analítica:

- **Analítica de datos tradicional** en organizaciones y empresas que analizan datos tradicionales: transaccionales y operacionales.
- **Analítica Web** o analítica del tráfico de datos en un sitio Web. Tecnologías y herramientas de análisis Web, utilizadas en servidores, PC, *laptops*... que han conformado los componentes de los sistemas de información tradicional, base y fundamento de la disciplina de analítica Web.
- **Analítica social.** Análisis de datos de los medios sociales (blogs, wikis, redes sociales, RSS...) (***social analytics***). A medida que los medios sociales (redes sociales, blogs, wikis, RSS...) comienzan a implantarse en organizaciones y empresas como servicios al igual que cualquier otro software o servicio, aparece la necesidad de analizar y gestionar los datos procedentes de estas aplicaciones.

Surgen nuevas profesiones asociadas a los medios sociales como especialistas en SMO (*Social Media Optimization*) al estilo del SEO, especialistas en Gestión de Comunidades conocido popularmente como *Community Manager* y el SMM (*Social Media Manager*), gestor o administrador de medios sociales -similar al *Community Manager*, pero con tareas de administración o dirección.

- **Analítica móvil** en dispositivos móviles con el objeto de analizar los datos que envían, reciben o transitan desde dichos dispositivos (***Mobyle Analytics***). El despliegue imparable, primero de teléfonos inteligentes (*smartphones*) y posteriormente de las tabletas (*tablets*), especialmente desde el lanzamiento de la tableta iPad de Apple en 2010, ha creado la necesidad de analizar los datos producidos por estos dispositivos móviles, dado que se están convirtiendo en los puntos de acceso a Internet más empleados en organizaciones y empresas, y también por particulares.
- **Analítica de Big Data** o analítica de los grandes volúmenes de datos. La gran tendencia que se está produciendo en estos dos y tres últimos años es la explosión de los *Big Data*. Esta creciente tendencia ha traído de modo irreversible la necesidad de realizar estudios de analítica Web sobre el inmenso tráfico de grandes datos que se están produciendo día a día.

ANALÍTICA DE BIG DATA

La analítica de Big Data (*Big Data Analytics*) es el uso de técnicas analíticas aplicadas a conjuntos de grandes volúmenes de datos. Por consiguiente, analítica de Big Data es realmente dos cosas: analítica y Big Data. La primera ayuda a descubrir aquellos datos que han cambiado en el negocio para saber cómo reaccionar; los grandes datos deben ayudar a convertir en oportunidades los retos producidos por el crecimiento espectacular de los Big Data. La analítica es el mejor medio para descubrir nuevos segmentos de clientes, identificar a los mejores proveedores, asociar productos por afinidad, entender las ventas por la estacionalidad, etcétera.

Analítica de Big Data es el proceso de examinar grandes cantidades de datos de una variedad de tipos, para descubrir patrones ocultos, correlaciones desconocidas y otra información útil. Dicha información puede proporcionar ventajas competitivas sobre organizaciones rivales y brindar beneficios en los negocios tales como un marketing más eficiente y un aumento de los ingresos.

La analítica es una manera de descubrir qué ha cambiado y cómo reaccionar ante ese cambio. Está compuesta por una colección de técnicas relacionadas y

tipos de herramientas que normalmente incluyen analítica predictiva, minería de datos, análisis estadísticos y programación compleja de SQL. Se puede extender la lista para cubrir visualización de datos, inteligencia artificial, procesamiento de lenguaje natural y capacidad de bases de datos que incluyan soporte de analítica (como MapReduce, analítica *in-database*, bases de datos *in-memory*, bases de datos o almacenes de datos columnares).

Este tipo de analítica es conocida en las organizaciones como analítica avanzada. Sin embargo, está naciendo un término mejor para reflejar este tipo de analítica y es la denominada analítica de descubrimiento o analítica exploratoria. En otras palabras, con analítica de Big Data el usuario es, normalmente, un analista de negocios que está intentando descubrir nuevos hechos que nadie en la empresa conocía antes. Para hacer eso, el analista necesita grandes volúmenes de datos con gran profusión de detalle que, por lo general, la empresa no ha aprovechado todavía para analizar.

El análisis de Big Data se realiza con herramientas de software utilizadas, normalmente, como parte de la disciplina de la analítica avanzada. Así, las herramientas usuales son:

- Consultas avanzadas en SQL.
- Consultas e informes (*querying y reporting*).
- Análisis estadístico avanzado.
- Visualización de datos.
- Minería de datos, minería de textos, minería Web y minería social.
- Análisis y modelado predictivo.
- Optimización.
- Sensibilización.
- Cuadros de control y de mando (*dashboard y scorecards*).

Las tecnologías asociadas con Big Data incluyen, fundamentalmente, data warehouses, datamarts, bases de datos NoSQL y “en memoria”, marcos de trabajo Hadoop y MapReduce.

Big Data, como reconocen todos los estudios serios realizados sobre el tema por las grandes consultoras y fabricantes de herramientas, es una oportunidad más que un problema. La analítica de grandes datos es una necesidad ineludible, pero su adopción está supeditada y controlada por una variada gama de tecnologías, la gestión o administración de los negocios y la economía de la organización. Las infraestructuras de Big Data están soportadas por almacenamiento de datos, técnicas en memoria, aplicaciones NoSQL y el soporte de grandes anchos de banda.

ANALÍTICA DE BIG DATA: UNA NECESIDAD

Analítica de Big Data es la aplicación de técnicas de analítica avanzada para operar sobre grandes conjuntos de Big Data. En realidad, lo que se hace es unir dos áreas con entidad propia: Big Data como cantidades masivas de información detallada, y analítica avanzada que en realidad es una colección de diferentes tipos de herramientas, incluyendo aquellas que están basadas en analítica predictiva, minería de datos, estadística, inteligencia artificial, lenguajes de procesamiento natural, etc. Se unen los dos conceptos y se obtiene la analítica de *Big Data*

Algunas organizaciones comienzan a gestionar los Big Data en sus almacenes de datos empresariales (*data warehouses*), **EDW** (*Enterprise Data Warehouse*), aunque otras han diseñado sus propios *data warehouse* para las nuevas necesidades, y algunas más recurren a enfoques híbridos.

La analítica (*analytics*) nos ayuda a descubrir lo que ha cambiado y cómo debemos reaccionar, y la analítica avanzada es el mejor medio para descubrir nuevos segmentos de clientes, identificar los mejores proveedores, asociar productos por afinidad, comprender la estacionalidad de las ventas, etc. (TDWI, 2011)². En esencia, la analítica avanzada son las implementaciones de formas específicas de analítica que constan de una colección de técnicas relacionadas y tipos de herramientas; normalmente incluyen analítica predictiva, minería de datos, análisis estadístico, y SQL complejo, aunque la lista cubre visualización de datos, inteligencia artificial, lenguajes de procesamiento natural, y capacidades de bases de datos analíticas como MapReduce, analítica *in-database*, bases de datos *in-memory*, almacenes de datos columnares.

TDWI también utiliza otro término -ya citado anteriormente- en lugar de analítica avanzada: *analítica de descubrimiento*, que viene de lo que están intentando ejecutar los usuarios (conocido también como *analítica exploratoria*).

Recurriendo de nuevo a TDWI, esta organización define analítica de *Big Data* como el conjunto de técnicas de analítica avanzada que operan sobre *Big Data*. La analítica avanzada tiene ya mucha presencia en las organizaciones, y la analítica de *Big Data* comienza a tener también presencia significativa.

El multicitado número de la revista *Harvard Business Review* de octubre del 2012, publicó un tercer artículo de Barton y Court (2012: 79-83) dedicado precisamente a la analítica avanzada, con un subtítulo sugerente: "Una guía práctica para la capitalización de Big Data", y que comienza con la frase: "*Big Data* y *analytics* se han disparado a la cima de la agenda corporativa". Los ejecutivos ven con admiración, según los autores, a empresas como Amazon, Google, y otras que han eclipsado a las competidoras con poderosos nuevos modelos de negocios, derivados de una gran capacidad para explotar los datos. La tendencia está generando mucho ruido, pero sí es cierto que los líderes senior están comenzando a prestar atención a estas nuevas estrategias del mercado.

Los autores del artículo, reconocidos analistas de la consultora McKinsey (líder en implantación de soluciones en Big Data), y con gran experiencia en asesoramiento a empresas, recomiendan que, ante la explosión de los grandes volúmenes de datos y de la analítica, las empresas y las industrias requieren de tres capacidades que se soportan mutuamente.

La primera es que las empresas deben ser capaces de identificar, combinar y gestionar múltiples fuentes de datos. Segunda, ellas necesitan la capacidad para construir modelos de analítica avanzada para la predicción y optimización de resultados. Tercera, y más crítica, la gestión debe poner el músculo para transformar la organización de modo que los datos y los modelos produzcan realmente mejores decisiones.

Dos características importantes sustentan estas actividades: una clara estrategia de cómo utilizar los datos, la analítica para competir, el despliegue de las capacidades, y la arquitectura tecnológica adecuada.

La era de los *Big Data* está evolucionando rápidamente, y la experiencia sugiere que las compañías deben actuar ya, y deben concentrar sus esfuerzos en las fuentes de datos, construcción de modelos y transformación de la cultura organizacional. Esta disposición corporativa es esencial, dado que la información, junto con la tecnología para su gestión y análisis, continuará creciendo y produciendo un flujo constante de oportunidades. La destreza en el buen uso de *Big Data* se convertirá pronto en un activo competitivo decisivo.

CARACTERÍSTICAS DE UNA PLATAFORMA DE INTEGRACIÓN DE ANALÍTICA DE BIG DATA

Una plataforma integrada de analítica de Big Data debe ser innovadora y se ha de integrar en la infraestructura de TI de la organización. Además, debe ser de última generación. Peter J. Jamack, consultor de IBM, ha publicado en la plataforma oficial de la empresa, un excelente análisis de cómo integrar la infraestructura de analítica de Big Data y la infraestructura de inteligencia de negocios de la empresa³. Recogemos en los siguientes párrafos las ideas más sobresalientes de dicho artículo, así como una revisión de herramientas de Big Data recomendadas del marco de trabajo Hadoop y de otras tecnologías comentadas en capítulos anteriores.

Debe utilizar tecnologías NoSQL y “*en memoria (in-memory)*” o configurar un sistema para utilizar herramientas como Hadoop y Apache Cassandra como área de transferencia, recinto de seguridad, sistema de almacenamiento y ser un sistema nuevo y mejorado de ETL (extracción, transformación y carga). Debe integrar datos estructurados, no estructurados y semiestructurados. Si las operaciones de ETL no se realizan correctamente, de repente recibirá datos

incorrectos y poco confiables. Los datos poco confiables se convierten en un sistema poco confiable y no utilizado.

Una solución es desarrollar un sistema completo de código abierto utilizando el marco de trabajo Hadoop (HDFS y MapReduce) o Spark, y herramientas tales Zookeeper, Avro, Sqoop, Hive, HBase, Ambari o Storm. Otra solución sería desarrollar un sistema usando herramientas propietarias e inyectores a Hadoop como puede ser el caso de IBM con las herramientas InfoSphere, BigInsights e IBM Netezza. Otras compañías, tal vez, quieran separar datos estructurados y sin estructura, y desarrollar una capa de interfaz gráfica de usuario (GUI) para usuarios, usuarios avanzados y aplicaciones. A veces, se puede emplear herramientas como Sqoop, gran herramienta para ingerir datos de sistemas de gestión de base de datos relacionales. Añadir otras herramientas de código abierto como Flume o Scribe puede ayudar con los sistemas de registros.

El *almacenamiento de datos* es un factor enorme y puede requerir que use diversas tecnologías. En el sistema de Hadoop se encuentra HBase. Pero algunas compañías usan Cassandra, Neo4j, Netezza, HDFS y otras tecnologías, dependiendo de lo que se necesite. HDFS es un sistema de almacenamiento de archivos. HBase es un almacén de datos por columnas similar a Cassandra. Muchas compañías utilizan Cassandra para analíticas más cercanas al tiempo real.

El *sistema de gestión de bases de datos* puede considerar a HBase o Cassandra cuando desee emplear un sistema de código abierto para analítica de *Big Data*. En lo que se refiere a plataformas de almacenes de datos, Netezza es una de las principales tecnologías en la industria de la analítica y la IN. La mejor opción para la integración de *Big Data* es usar una plataforma integrada que consista en Hadoop y Cassandra para datos sin estructura o semiestructurados y Netezza para datos estructurados.

La *interfaz gráfica de usuario* (GUI) se puede realizar con herramientas como SPSS Statistics de IBM, o el lenguaje R de estadística o herramientas de minería de datos, modelado predictivo, aprendizaje de máquina (como Apache Mahout) y desarrollo de algoritmos y modelos complejos, con lenguaje de consulta estructurado, como Apache Hive.

ANALÍTICA DIGITAL

La analítica de datos descrita en los apartados anteriores tiene un enfoque muy especial cuando se habla de los datos de Internet y de la Web y todas las categorías de analítica definidas serán de utilidad en este campo específico. Este enfoque de la analítica se le conoce como analítica digital.

Analítica digital⁴ se centra en analizar la actividad de un sitio web a partir de los datos extraídos de la navegación de los usuarios, así como estudiar también

la presencia de una marca, persona u organización en Internet, con un objetivo señalado previamente, ventas, reputación, influencia o visibilidad.

La *Digital Analytics Association*⁵ define la analítica digital como «una parte de la ciencia del análisis que usa datos para entender los patrones históricos con miras a mejorar el desempeño y predecir el futuro. El análisis de datos digitales se refiere a la información recogida en canales interactivos (en línea, móvil, social, etc.)»,

La analítica digital permite hacer el seguimiento y el análisis de los clientes y usuarios que entran en contacto con la parte digital del negocio: sitio web, redes sociales, correo electrónico, aplicaciones móviles... con el objetivo de obtener conocimiento de los datos digitales de la Web y de Internet para una toma de decisiones adecuada y óptima.

Los tipos de análisis de datos más empleados en la actualidad, para realizar el seguimiento de los diferentes sitios y páginas web son:

- Análisis de texto
- Análisis de sentimientos
- Análisis de localización
- Análisis de movimiento
- Análisis de reconocimiento facial (de caras)
- Análisis de voz
- Análisis de imágenes

Todos estos tipos de análisis se agrupan en tres grandes categorías de analítica de digital: **analítica web**, **analítica social** y **analítica móvil**. El estudio de estos tres tipos de analítica digital constituye el soporte de gran parte de los datos manejados en la Industria 4.0, así como herramientas indispensables para afrontar la digitalización y la transformación digital de organizaciones y empresas.

ANALÍTICA WEB

Analítica Web es una categoría de analítica digital que a su vez es una rama de la analítica de datos y analítica empresarial que se centra en el análisis de los datos que fluyen a través de sitios y páginas Web. En realidad, el análisis de datos en la Web es más bien análisis del tráfico Web. La Web ha ofrecido datos, más datos, llegando (como sabe el lector) a los grandes volúmenes de datos (Big Data). Sin embargo, se trata de encontrar los datos significativos, y esta tarea es la difícil. Avinash Kaushik, uno de los padres de la analítica Web, tal vez el más significativo, en el capítulo 1 de su libro de *Analítica Web 2.0* habla de la paradoja de los datos. Señala que: “Para la Web, la paradoja de los datos es una lección de

humildad: sí, hay una gran cantidad de datos, pero a la hora de tomar decisiones inteligentes existen obstáculos fundamentales”. En realidad, en su análisis inicial Kaushik plantea que, tal vez, los datos no son el problema real, y que probablemente lo sea la gente; eso le lleva a considerar que los elementos nucleares del análisis del tráfico Web o análisis Web, sean las personas (los analistas Web como profesionales y los directivos que han de tomar las decisiones) y las herramientas empleadas en el análisis Web.

La referencia mundial de analítica Web es Avinash Kaushik y su obra *Web Analytics 2.0* (en español *Analítica Web 2.0*) es el fundamento más importante de la disciplina y en ella, su definición de analítica Web, es: “el análisis de datos cuantitativos y cualitativos de su sitio Web y de la competencia, para impulsar una mejora continua de la experiencia *online* que tienen tanto los clientes habituales como los potenciales y que se traduce en unos resultados esperados (*online* y *offline*)” (Kaushik 2011: 24). En la definición destacan sus dos palabras básicas: el analista y las herramientas que se utilizarán. El análisis Web se soporta fundamentalmente en el *clickstream* (flujo o secuencia de clics). Este flujo de clics permitirá conocer casi todo acerca de los usuarios o consumidores, así como disponer de datos suficientes para analizar lo que está sucediendo y las acciones a realizar para mejorar.

La secuencia de clics permitirá recopilar, almacenar, procesar y analizar los datos a nivel de clic de su sitio Web. Esta tarea se podrá obtener con herramientas de analítica Web como Google Analytics, Yahoo Analytics, Twitter Analytics, Facebook Analytics, Webtrends... y se podrá obtener la información ya sea en su propio sitio Web o en el servidor Web dependiendo de la herramienta de software instalada.

Una de las primeras decisiones que deberán tomarse en la empresa es si el análisis Web se realiza en la propia empresa o con un proveedor externo de software de analítica Web, que en muchas ocasiones será el propio proveedor de servicios de Internet (PSI).

Las empresas y organizaciones deben afrontar la implementación con éxito del análisis Web. Para ello se deberá plantear una evaluación de las infraestructuras en TI y verificar su solidez, de modo que parece razonable pensar que, si la empresa no dispone de una infraestructura sólida, sería conveniente subcontratarla. En este caso, será necesario optar por contratar consultores autorizados o expertos independientes.

Dada la importancia de la elección de una herramienta de analítica Web, será preciso examinar con detenimiento las diferentes opciones, costos, tiempo de implementación, facilidad de mantenimiento y notoriedad de los resultados. Kaushik (2011: 48) clasifica una selección de herramientas en tres grandes grupos:

Grupo 1: Omniture, Coremetrics, Webtrends.

Grupo 2: Affinium NetInsights de Unica, XiTi, Nedstat, ClickTracks.

Grupo 3: Google Analytics, Yahoo! Web Analytics.

Kaushik considera que las herramientas del grupo 3 (Google Analytics y Yahoo! Web Analytics) son soluciones analíticas, robustas y eficientes, y además son gratuitas, por lo que recomienda que sólo se debe pagar por la analítica Web cuando sus necesidades sean lo suficientemente complejas como para requerir una herramienta especial (Kaushik, 2011: 48-49). La herramienta más acreditada y tal vez, de las más utilizadas, es Google Analytics.

Otra decisión que será necesario tomar es si se realiza el análisis en el servidor o se hacen estadísticas en tiempo real. El análisis de la actividad del servidor permite medir adecuadamente una serie de datos importantes sobre el rendimiento de la presencia del sitio Web en Internet, mientras que las estadísticas en tiempo real aportan datos más exactos sobre el número real de visitantes únicos y de páginas vistas.

La analítica Web es una disciplina nueva que se ha ido desgajando de las teorías de inteligencia de negocios, de los sistemas de información, especialmente desde el auge del marketing (mercadotecnia) digital y de la gestión de relaciones con los clientes (CRM). Eran los primeros años de la primera década del siglo XXI, justo después de la explosión de las empresas “puntocom” cuando la analítica Web comenzó a ver la luz en el reino de sistemas de información de empresas con gran presencia tecnológica.

Tras la publicación en 2010, de la obra de impacto mundial, *Web Analytics 2.0*, fue en 2011 y 2012 cuando se inició su penetración a nivel mundial. En esta segunda década del siglo XXI, siguen las noticias comerciales de analítica Web, pero sobre todo se han asentado las herramientas en los sistemas de información de las compañías, al igual que sucede con el software antivirus o la actualización de la última versión de sistema operativo.

MÉTRICAS

El análisis del flujo secuencial de clics se apoya en dos componentes fundamentales: las métricas y los **KPI** (indicadores clave de rendimiento). En este apartado nos centraremos en el concepto de métrica.

Una *métrica* es una valoración cuantitativa de estadísticas que describen tanto los eventos como las tendencias de un determinado sitio Web (Kaushik, 2011). Una métrica, en realidad, es una medida cuantitativa que permite conocer el estado de un sitio Web⁶, de una página Web o un proceso que se realiza en un sitio Web, para un atributo o parámetro determinado. Existen numerosas métricas que aportan abundante información. Vamos a describir las métricas más empleadas, aquellas que Kaushik denomina “las ocho métricas cruciales”, y alguna otra más de gran impacto en el análisis Web de un sitio o página Web,

aunque es preciso constatar que puede existir algún matiz diferenciador en el contexto de la herramienta Web utilizada, y en la de una determinada métrica, que puede variar de una herramienta a otra, por lo que será conveniente una vez decidida la herramienta de análisis, conocer fielmente el concepto de cada métrica en su herramienta. Esta confusión de términos de métricas es especialmente acertada en las métricas *visitante* y *visitante único*, aunque cada proveedor tratará de medir el proceso de personas reales que de verdad han visitado el sitio Web, y normalmente, no tendrá problemas en la identificación numérica de estos conceptos.

VISITAS

Una visita es el número de veces que una persona entra en un sitio Web durante cierto tiempo, navegando por él antes de abandonarlo. Las visitas indican el número de veces que los usuarios han estado en un sitio Web en un periodo de tiempo determinado. Técnicamente, a este proceso se denomina *sesión* (*session*).

En la mayoría de las herramientas de analítica Web, una sesión o una visita se define como aquello que ocurre entre una primera petición y la última. Es decir, si un usuario accede a un sitio Web y permanece inactivo un determinado tiempo (30 minutos, en el caso de Google Analytics) o más, la sesión se da por finalizada y cualquier actividad que lleve a cabo a continuación en el mismo sitio, se contabilizará como otra visita. De igual forma, si un usuario abandona un sitio Web antes de 30 minutos (por ejemplo, 5 minutos), y vuelve a visitarlo dentro de esos 30 minutos (por ejemplo, al minuto 27), no se contabilizará como una segunda visita.

Será preciso verificar en su herramienta de análisis —o que se lo aclare su proveedor— el concepto de sesión o visita, y como veremos en el párrafo siguiente, de *visitante* y *visitante único*. También se debe tener claro que una visita conlleva entrar en una o varias páginas dentro de un sitio Web, de manera que si un visitante ha visto cuatro páginas del sitio Web, para efectos estadísticos, es una única visita, aunque es posible también conocer el número de visitas de una página concreta; este caso es de mucho interés para el *Webmaster* y los responsables de marketing, porque les permitirá conocer la importancia de las diferentes páginas Web del sitio y evaluar si está bien diseñado y construido.

VISITANTE

Este término, como tal, suele dar lugar a confusión, y además no es una métrica importante. Si un visitante (*visitor*) entra cinco veces en un sitio Web, se contabilizará como un único visitante.

VISITANTE ÚNICO

Esta métrica es una de las más importantes y significativas en el análisis de un sitio Web. Un visitante único (*unique visitor*) es el número de personas diferentes que han visitado (accedido) a un sitio Web. Es decir, si un visitante entra cinco veces a un sitio se contabiliza como un único visitante, y lo mismo se refiere a periodos de tiempo; si un mismo visitante o persona entró en un sitio Web cincuenta veces en un mes, se considera que es el mismo visitante. Como señalamos, es una de las más empleadas y de mayor éxito, sobre todo en el posicionamiento en buscadores y en el éxito de las campañas de marketing de las empresas, ya que, si éstas triunfan, entrañarán, con toda probabilidad, un aumento del número de visitantes únicos.

Sin embargo, el indicador de visitantes únicos no es una medida exacta, sino aproximada, al menos por ahora. Es probable, aunque no siempre sea cierto, que cada visitante único sea una única persona. Por consiguiente, como señala Kaushick, hay que entender que, aunque el indicador de visitantes únicos sea un representante válido del número de personas únicas que visitan su sitio Web, no es una mediada perfecta. Veamos algunos casos que ilustrarán el concepto aproximado de visitante único.

- Mi amigo Luis Mackoy accede a un sitio Web por la mañana, en la computadora del trabajo, por la tarde accede desde su iPad (a través de 4G o Wi-Fi), y por la noche desde la computadora personal de su casa. En la mayoría de las herramientas, se contabilizarán las visitas como tres visitantes únicos cuando en realidad es una única persona.
- Mi amigo Luis Mackoy está con su alumno de doctorado visitando el sitio de la revista *BusinessWeek*, con su computador portátil (*laptop*). Cuando termina, y sin cerrar el sitio, le presta a su alumno su computadora para que continúe visitando el sitio Web porque le ha solicitado ver la sección “*Technology*”. Es una única visita y, por el contrario, son dos personas diferentes.
- El navegador utilizado en cada caso puede influir también, dependiendo de que el navegador no admita *cookies* o rechace las de terceros, aunque cada vez más, las herramientas de analítica modernas utilizan *cookies* de primer nivel que no suelen rechazar. Así se pueden dar numerosos casos.
- Acceso a un sitio Web desde una computadora con el navegador Explorer, y posteriormente, en la misma computadora con el navegador Firefox. Normalmente, se contabilizará como dos visitantes únicos. Este es el caso de Google Analytics, que interpreta que cada navegador es un visitante único y lo señala mediante una *cookie* para reconocerlo en visitas posteriores.

Pese a estos inconvenientes que los proveedores de soluciones de analítica trabajan para corregir, la métrica de visitante único sigue siendo un indicador excelente para determinar el número de personas físicas que visitan un sitio Web. Algunas herramientas (Omniture) denominan a la métrica: visitante único y absoluto (*absolute unique visitor*).

Tiempo en la página y en el sitio

El promedio de tiempo en una página Web (*average time on page*) y el promedio de tiempo en un sitio (*average time on site*) es la duración del tiempo que pasan de media los usuarios en cada página o sitio Web, durante una determinada visita o sesión.

Al igual que en el caso de las métricas anteriores, los tiempos efectivos de la visita dependerán de la herramienta de analítica utilizada, y es un valor muy difícil de estimar con exactitud. El registro del tiempo es difícil, porque se conoce bien el momento de la entrada en el sitio, pero no tanto el momento de salida, y no es lo mismo estar seis segundos en un sitio o en una página Web que estar diez minutos, ya que en el primer caso no da tiempo a realizar ninguna lectura apreciable, y sí en el caso de diez minutos. Lógicamente no es lo mismo visitar una página de un sitio Web que cinco páginas. En resumen, es necesario conocer el sistema para medir la permanencia en la página y en el sitio, o al menos un tiempo aproximado que permita utilizar la métrica para obtener un beneficio importante para la empresa.

Tasa de rebote

La tasa de rebote (*bounce rate*) es el porcentaje de visitas a un sitio Web o página Web cuando se ha visto una única página y se la ha abandonado rápidamente sin hacer un solo clic. Los porcentajes de abandono alto, normalmente, presuponen que las visitas que han llegado no eran cualificadas o no estaban interesadas en los contenidos de la página Web. Google Analytics considera un abandono o tasa de rebote cuando un usuario accede a una página o sitio Web, por cualquier procedimiento, y abandona la página en uno o dos minutos, sin hacer más clics o visitar más páginas.

Kaushik considera que la tasa de rebote es la más atractiva de las métricas Web por varias razones que explica en su libro. Si un sitio o página Web tiene una tasa de rebote del 90% en un determinado periodo de tiempo, posiblemente el sitio o página Web no tiene ningún interés para el visitante; por el contrario, si la tasa de rebote es del 10% probablemente el visitante ha sentido interés por el contenido del sitio.

Tasa de salida

La tasa de salida (*exit rate*) es el porcentaje de visitas que abandona un sitio Web desde cierta página, denominada *página de salida*. Es una tasa técnicamente

parecida a la tasa de rebote, pero existe una gran diferencia. La tasa de salida debe tener presente el modo de acceso al sitio Web y cuál es la página de salida, que no siempre será un hecho significativo. Por ejemplo, en los sistemas de comercio electrónico, la tasa de salida es muy relevante, ya que dependerá de si el usuario desea visitar el sitio, ver su contenido, navegar por opciones, o por el contrario, va a realizar una compra para lo cual hará clic en el producto seleccionado o lista de la compra, y saldrá directamente.

El porcentaje de salidas de las diferentes páginas dependerá del contenido de éstas o las acciones que proponen en ellas. Para el director de marketing será muy importante conocer los informes del porcentaje de salidas de las diferentes páginas del sitio Web.

“La tasa de salida indica el porcentaje de gente que ha entrado por cualquier punto del sitio Web, pero ha salido de él a través de una página concreta; mientras que la tasa de rebote indica el porcentaje de gente que ha entrado en el sitio a través de una página determinada, no ha hecho nada y ha salido del sitio desde la misma página” (Kaushik, 2012: 79).

Tasa de conversión

La tasa de conversión (*conversión rate*) es el porcentaje de resultados u objetivos conseguidos por el número de visitantes (o visitas) únicas. Es una métrica de alto interés en la gestión empresarial, ya que suele mostrar el interés por el sitio Web, las compras realizadas por visita, el rellenado de un formulario, la reserva de un viaje o una consulta, etcétera.

La tasa de conversión se suele medir como un porcentaje, normalmente en tantos por ciento (número de resultados obtenidos en la visita por cada 100 visitas). Por ejemplo, en el caso de un comercio electrónico x, una tasa de conversión aceptable puede ser el 2% o el 3%, que significa que por cada 100 visitas se efectuarán dos o tres ventas para el comercio x, y puede no ser aceptable para el comercio y. Otro ejemplo puede ser el caso de la entrada a un sitio Web donde se muestra un artículo determinado cuyo objetivo es que pueda ser leído por el mayor número posible de usuarios. Si en un mes entraron 100.000 visitas, y 29 967 leyeron un artículo determinado (es decir, alcanzaron el objetivo previsto), la tasa de conversión será de $29.967/100.000$, es decir, 29.967 (prácticamente, 30%).

Compromiso

El compromiso (*engagement*) es una métrica difícil de medir, pero de gran importancia para la gestión empresarial si se puede llegar a cuantificar. Kaushik plantea que la métrica compromiso busca conseguir los motivos emocionales o de sentimientos por los cuales un usuario decide navegar por determinado sitio Web y no otro. En esta métrica aparecen conceptos como simpatía, confianza, orgullo, etcétera.

Se puede considerar que el número de veces que un usuario visita un sitio Web, así como la frecuencia, permiten deducir el nivel de compromiso. Por ejemplo, suelo visitar casi a diario (mañana y noche) e incluso a lo largo del día, determinados periódicos españoles y latinoamericanos, y algunas revistas de tecnología y negocios de los Estados Unidos e Inglaterra, y siempre desde tres dispositivos distintos: la computadora de mi oficina, mi teléfono inteligente y la computadora de mi casa; estas acciones implican cierto compromiso con estos medios de comunicación. Cuantas más páginas vea un visitante, más alto será su nivel de compromiso; por ejemplo, tengo un alto nivel de compromiso con la página inicial de cada uno de los medios que leo con detenimiento, y otro alto nivel de compromiso con la sección (pestaña) de tecnología donde leo las noticias que publican el día de la visita.

Existen otras métricas que pueden reflejar el nivel de compromiso: el tiempo en el sitio Web, el registro o identificación en un sitio Web, la suscripción a un servicio RSS o un boletín, la publicación de un comentario, la descarga de contenidos (suelo visitar con mucha frecuencia el excelente sitio *Slideshare*, donde hay numerosa y excelente documentación de negocios, tecnología, innovación, de forma que, como estoy identificado y lo visito con frecuencia, cuando deseo entrar o realizar una descarga desde la PC de mi oficina u hogar, no necesito identificarme en cada entrada, pues Slideshare me reconoce con el solo hecho de estar conectado).

En resumen, el compromiso es una métrica difícil de medir, porque existen muchos conceptos que es preciso analizar, pero una vez que se consiguen estos valores, los sitios Web se ven muy favorecidos, y de igual modo sus usuarios.

Otras métricas

Las métricas anteriores son consideradas por Kaushik como las métricas fundamentales, pero existen otras de gran importancia en analítica Web, y que describimos a continuación.

Visitas provenientes de buscadores o directas

Algunos sistemas de estadísticas permiten desglosar el origen de las visitas: *indirectas* (el usuario escribe la dirección URL), *directas* (el usuario tiene seleccionado el sitio en su marcador de favoritos del navegador y sólo hace clic sobre la dirección correspondiente), de otras fuentes Web (llegan redireccionados de otros sitios Web), de buscadores. Es muy importante conocer el lugar de procedencia de las visitas. Por ejemplo, si un sitio Web está bien posicionado en buscadores (Google, Firefox, Bing...) registrará habitualmente un alto porcentaje proveniente de buscadores; esta es una de las tareas importantes de los especialistas SEO y analistas Web.

Una información muy interesante es la distribución de las visitas naturales por motor de búsqueda; otra información vital son las visitas provenientes de enlaces

patrocinados. Por ejemplo, Google Analytics separa las visitas provenientes de resultados naturales o visitas de campañas de marketing de enlaces patrocinados en Google.

Ranking de páginas más vistas/páginas por visita

Un sitio Web está compuesto de varias páginas, las cuales difieren entre sí por el número de veces que son visitadas por los usuarios. Muchas herramientas de analítica publican *ranking* de las páginas Web más visitadas de un sitio. Esta métrica es muy valiosa para conocer los contenidos más atractivos para un usuario. Las campañas de posicionamiento en buscadores de éxito permitirán deducir cuáles son las páginas más atractivas para los usuarios y viceversa.

Las páginas por visita (*pages/visit*) es la media de páginas visualizadas por visita al sitio Web. Un valor de cuatro páginas por visita significa que cada visita consulta una media de cuatro páginas. Otra métrica interesante que proporciona Google Analytics es el porcentaje de visitantes nuevos (*new visitors*) y visitantes que regresan al sitio o a la página (*returning visitors*).

Procedencia de las visitas

Esta métrica puede ser independiente o asociada a la métrica de visitas, dependiendo de la herramienta de analítica. Se trata de conocer la procedencia de las visitas que llegan al sitio Web, y que se calcula por la dirección del protocolo IP (Internet Protocol) de la conexión. Esta métrica es muy importante para las organizaciones y empresas, aunque la dificultad para detectar la zona geográfica, el país, la ciudad, dependerá del medio de comunicación al que se accede a Internet, línea fija (por cable), líneas ADSL, líneas de fibra óptica, redes móviles, redes inalámbricas, satélite, etcétera.

INDICADORES CLAVE DE RENDIMIENTO (KPI)

De todas las métricas existentes es preciso seleccionar aquellas que sirven para planear los objetivos empresariales específicos, que llevan a obtener mayor productividad y conseguir el cumplimiento de los objetivos del sitio Web o del medio social correspondiente. Las métricas que permiten medir el progreso del sitio Web (portal o medio social) en relación con sus objetivos se denominan *indicadores clave de rendimiento (KPI)*.

Los KPI (*Key Performance Indicators*) son indicadores clave de rendimiento (también se les conoce en algunas zonas de Latinoamérica como *indicadores clave de desempeño*), métricas utilizadas para cuantificar objetivos que reflejan el rendimiento y la progresión para conseguir los objetivos. Los KPI deben ayudar a definir y medir el progreso hacia los objetivos de la empresa y tienen que mostrar si está consiguiendo sus propósitos de negocio. *En consecuencia, todos los KPI son métricas, pero no todas las métricas son KPI.* Dependiendo de los

objetivos estratégicos de la organización o empresa, se diseñan los objetivos del sitio Web, y se deberán deducir, dependiendo del modelo de negocio, cuáles son las métricas idóneas que deberán convertirse en KPI; es decir, se deben seleccionar y determinar cuáles son las métricas que ayudan a conseguir los objetivos del negocio. Los KPI son muy variados y dependerán de las métricas que pueden obtenerse del análisis del tráfico de la Web.

No todas las métricas se revisan cada día; sin embargo, aquellas que dan una visión global de la empresa son candidatas a KPI y, en consecuencia, los KPI deberían ser la primera métrica por comprobar cuando se inicia una sesión diaria, y tendrían que supervisarse constantemente para determinar el estado de sus programas.

Un caso común para ver los KPI, adecuado a un modelo de negocio, es el de una tienda tradicional o supermercado. Indicadores clave de rendimiento típicos son: valores totales de venta por hora, valores promedio de ventas por cliente (o importe de la factura media), artículos por venta, ventas por vendedor y ventas por metro cuadrado.

En el caso de una tienda de comercio electrónico, indicadores KPI importantes pueden ser: tasa de abandono (número de visitantes que entran en la página del sitio Web y lo abandonan sin navegar por el sitio); tasa de conversión (porcentaje de visitas que entran en el sitio Web, toman el carrito de la compra y realizan una compra efectiva); tiempo de permanencia en el sitio y páginas visitadas de las categorías de artículos ofertados; horario y día de la semana preferente de las visitas; lugar geográfico de acceso al sitio.

Los mejores KPI, en general, son los propios de un negocio. Los expertos de marketing suelen considerar que de las métricas tradicionales (visitas, páginas vistas, tiempo en página, objetivos cumplidos, etc.) utilizadas como KPI, son aquellas que cuando cambian, implican una variación en la cuenta de resultados.

Casos prácticos

Hemos comentado que los mejores KPI suelen ser las mejores métricas del negocio; así pues, algunos KPI de interés son:

- **Comercio electrónico.** La tasa de conversión.
- **Página corporativa de la empresa.** Número de formularios enviados, índice de incidencias atendidas, índice de descargas de videos, fotografías o documentación.
- **Medio de comunicación (periódico, radio, televisión).** Número de páginas vistas con inserción de anuncios, visitas y procedencia, indicadores de fidelidad al medio o a determinadas secciones del medio.

- **Blog.** Número de comentarios, número de *shares* (porcentajes), número de *retuits* si es alto, el blog funciona bien; si es bajo, puede suponer que el funcionamiento no es adecuado).
- **Reservas de viajes.** Tasa de conversión, tasa de rebote, tiempo de permanencia en el sitio o en la página. Una tasa de rebote elevada y un tiempo de permanencia bajo pueden poner de relieve aquellas páginas que necesitan ser mejoradas para favorecer las reservas. Una tasa de rebote baja y un elevado tiempo de permanencia pueden indicar cuáles son los viajes o plazas de hoteles más demandados o con mejores ofertas.

Supongamos un colegio público o privado de estudiantes de bachillerato. Algunas métricas y KPI pueden ser:

- **Métricas:** número de alumnos, número de profesores, horas de clase, horas de descanso....
- **KPI:** porcentaje de aprobados, tasa de ingreso en la universidad, premios nacionales de bachiller conseguidos...

Eric T. Peterson, autor del libro *The Big Book of Key Performance Indicators*⁷, es una de las mejores referencias para la comprensión y uso eficiente de las KPI en el análisis de la empresa.

Diferencias entre métricas y KPI

Como se señaló antes, todos los KPI son métricas, pero no todas las métricas son KPI, o mejor dicho, no son lo suficientemente importantes para ser consideradas KPI. En la práctica, una métrica es una medida o estadística de un evento, y un KPI es una métrica que permite cuantificar cómo se está haciendo respecto de los objetivos del sitio Web o medio social.

Todos los KPI son métricas, pero no todas las métricas son KPI ya que no son suficientemente relevantes para ser consideradas KPI.

LA PROLIFERACIÓN DE DATOS SOCIALES

Las explosiones de los grandes volúmenes de datos proceden de numerosas fuentes de datos, pero, sin lugar a dudas, los medios sociales (*social media*) son responsables de grandes porcentajes en un sentido amplio. Si analizamos las estadísticas de acceso a Internet por dispositivos móviles (Internet móvil), y sobre todo las tendencias y cifras previstas para los próximos años, el aluvión de datos debido a los *social media* crecerá con cifras espectaculares hasta el punto que los petabytes y exabytes serán las cifras a considerar.

En el caso de los medios sociales, los datos que se están acumulando proceden de multitud de fuentes (Twitter, Facebook, Google+, LinkedIn, Amazon, eBay, Instagram, Foursquare, Tuenti, Pinterest...) y cientos de miles de blogs, wikis, chats, foros, etc. Esta situación lleva a una sobrecarga de datos, y a la necesidad de descubrir los realmente significativos para organizaciones y empresas; es decir, se necesita conocer y ponderar la relación señal/ruido. Por esta razón, el análisis de datos sociales es hoy día una necesidad vital para organizaciones y empresas, pero también para el usuario individual, llámese empleado, estudiante, ingeniero, profesor, directivo o científico.

Es la parte de la analítica que permite integrar y analizar los datos no estructurados que se encuentran en el correo electrónico, la mensajería instantánea, los portales Web, los blogs y otros medios sociales, usando las herramientas de obtención de datos existentes, los informes de inteligencia de negocios o empresariales, y otras herramientas como los cuadros de mando integral. El análisis de la información generada en los medios sociales y dispositivos móviles permite obtener información en tiempo real sobre las tendencias de consumo. En este capítulo, se define el análisis social y se describen los componentes necesarios para utilizar esta disciplina como herramienta de gestión eficiente.

A medida que aumentan los Big Data, y en particular, los procedentes de los medios sociales, el análisis de datos se hace más completo y se requerirá conocer las fuentes de datos o los canales de comunicación por donde se envían o reciben esos grandes volúmenes.

La proliferación de los datos sociales supone un gran reto para las organizaciones y empresas, y en particular para los directores de marketing (CMO), de tecnologías de la información (CIO)⁸, *community manager* (administrador de comunidades), analistas de la Web, especialistas SEO, etc. Es decir, una *pléyade* de profesionales, además de los directores y estrategas de la compañía.

IBM publicó a principios de septiembre de 2012 un informe⁹ sobre las principales preocupaciones de los directores de marketing, que presentaba, en aquel entonces, los resultados de un estudio mundial sobre los principales desafíos y preocupaciones de los CMO. Gran parte de los ejecutivos consultados señaló la explosión de datos, las redes sociales, la proliferación de canales y dispositivos, y los cambios demográficos de los consumidores como los cuatro factores que afectarán a su negocio en los próximos años. El estudio fue realizado entre más de 1.700 directores de marketing de 64 países y 17 industrias.

En relación con la explosión de datos, 71% de los CMO afirmó que es uno de los temas que más le preocupan porque deben ser capaces de *obtener información de valor* entre los miles de millones de datos, estructurados y no estructurados, existentes en la actualidad. El volumen de información digital, como ya conoce el

lector, es abrumador, 8 zettabytes se esperaban para 2015 (recordemos que 1 zettabyte de información equivale a 1.000 millones de discos duros de 1 terabyte o 75 mil millones de iPads de 16 gigabytes).

El estudio revela que el 90% de la información que se crea en tiempo real representa datos no estructurados, y un porcentaje muy alto procede de redes sociales y otros medios como blogs, wikis, *chats* o mensajes de texto y video. Evidentemente, este inmenso arsenal de conocimiento si es aprovechado por los CMO conseguirá un valor añadido y un alto posicionamiento en relación con la competencia. Y el tercer factor por considerar, el incremento y proliferación de canales y dispositivos vinculados al ya, tantas veces repetido, uso creciente de tabletas y teléfonos móviles.

El estudio concluye con una recomendación al CMO: hay que ser capaz de pensar analíticamente y aprovechar la información disponible para averiguar los deseos del cliente antes que la competencia.

ANALÍTICA SOCIAL

A medida que las empresas aumentan su presencia en la Web y, especialmente, en las redes sociales, es imprescindible conocer las posibilidades que brinda la analítica social. La *analítica social* o *analítica de medios sociales* (*social analytics* o *social media analytics*) está comenzando a ser una disciplina muy necesaria en organizaciones y empresas, y un área de las más impactantes dentro de la analítica de datos. Para referirse al análisis de datos en medios sociales, también se la conoce simplemente como análisis social (*social analysis*). Dada la fuerza que está adquiriendo comienza también a considerarse una disciplina autónoma dentro de la inteligencia de negocios.

¿Qué es *analítica social*? Analítica, de acuerdo con el diccionario de la Real Academia Española (www.rae.es) es aquello “perteneciente o relativo al análisis” o “que procede descomponiendo, o que pasa del todo a las partes”. En esta definición no existe ninguna acepción de la categoría *informática* o *computación* ni *social*, lo que sí sucede en la definición del término *análisis*: “estudio mediante técnicas informáticas, de los límites, características y posibles soluciones de un problema al que se aplica un tratamiento por ordenador (computadora)”.

Análisis social se puede considerar la disciplina que ayuda a las empresas a analizar, calcular y explicar el rendimiento de las iniciativas de *social media* en el contexto de objetivos empresariales específicos (Lovett, 2012: 164). *Analítica social* se podría considerar al proceso de medir, analizar e interpretar los datos sociales que se presentan a través de los diferentes canales, medios de comunicación y dispositivos. También ha nacido un nuevo término asociado y acotado a las redes sociales como parte muy importante de los medios sociales,

es el término análisis de redes sociales (SNA, *Social Network Analysis*). El término ARS o SNA es un término ligado a las ciencias sociales y a la teoría general de redes en el campo de las comunicaciones.

Analítica social es una disciplina que ayuda a las organizaciones y empresas a analizar, medir y explicar el rendimiento de las iniciativas y proyectos sociales (de los *social media*) dentro del contexto de sus metas y objetivos.

El análisis social se basa en la teoría de redes sociales, en técnicas estadísticas y en la buena gestión de los medios sociales de la empresa. El análisis de datos sociales debe proveer la capacidad de vincular la información a otras métricas de la gestión empresarial y a indicadores clave de rendimiento KPI.

El análisis social permite analizar métricas cuantitativas para calcular éxitos, fracasos y situaciones críticas de los negocios; asimismo le permitirá examinar interacciones con los clientes, y el modo de recepción de los mensajes enviados por los departamentos de marketing a sus clientes, ayudándoles a entender cómo los usuarios perciben su marca y responden al lanzamiento de productos corporativos, servicios y las diferentes campañas de marketing. El análisis social proporciona los datos necesarios para una acertada toma de decisiones, permitiendo el uso de los datos para efectuar recomendaciones a la empresa sobre cómo están funcionando los diferentes modelos de negocio y cómo se pueden mejorar; en la práctica, recopila, organiza y actualiza la información poniéndola disponible para las personas o grupos de interés (*stakeholders*) de la organización de modo que ayude en la toma de decisiones.

La analítica social debe proporcionar una apertura al aumento de consumidores, empleados o negocios, así como a la capacidad de visualizar mejor patrones, tendencias y oportunidades. Las tecnologías y herramientas sociales deben facilitar el análisis social, que se ayuda, a su vez, de las personas y de los procesos de negocios.

MÉTRICAS DE SOCIAL MEDIA

La mayoría de las empresas utilizan las métricas y los indicadores clave de rendimiento o desempeño (KPI) para cuantificar, medir e informar sobre la actividad de los medios sociales.

Las redes sociales obligan a la creación de nuevas métricas distintas de las tradicionales (métricas sociales), precisamente por la importancia que han ido adquiriendo, ya que se han convertido en un elemento equivalente y complementario a los medios tradicionales de comunicación. Las métricas tradicionales siguen siendo muy importantes en las organizaciones y empresas, y entregan datos relevantes para la toma de decisiones, pero es vital que se realicen estrategias de convergencia de medios para aprovechar las sinergias entre ambas. Por estas razones, recordaremos, en primer lugar, las métricas

tradicionales empleadas en analítica Web, y que constituyen una base para la creación de nuevas métricas sociales, que luego analizaremos.

La necesidad de crear nuevas métricas tiene el objetivo principal de obtener los siguientes indicadores:

1. Conocer el número de conversaciones generadas por los usuarios sobre la marca en relación con la competencia y los negocios e industria.
2. Obtener sentimientos de las conversaciones generadas por los usuarios sobre la empresa.
3. Evaluar el potencial alcance en las distintas redes sociales.
4. Medir, por ejemplo, nuevos seguidores (*followers*) y *fans* en Twitter y Facebook, respectivamente, y sus niveles de compromiso obtenidos a través de una activación o una campaña de marketing.
5. Medir la circulación por correo electrónico realizada por los mismos usuarios vinculados a las campañas.
6. Medir la circulación por mensajería de instantánea en aplicaciones tales como WhatsApp, Line, Kik, Viber, WeChat, Hangouts, Facebook Messenger, Skype, Snapchat...
7. Medir la circulación de videos más vistos, blogs visitados, etcétera.
8. Otros.

Estas características conducen a nuevas métricas de tipo general¹⁰:

- Seguidores (*followers*).
- *Fans* (nuevos *fans*, principalmente)
- Publicaciones (en Facebook, Twitter)
- Circulación de correo electrónico.
- Videos más vistos (Youtube, Vimeo o propios).
- Audiencia potencial.
- Interacción y compromiso (*engagement*).
- Blogs (número de visitas, tiempo de permanencia...).
- Alcance potencial.
- Número de sentimientos.
- Porcentaje de voz (*share of voice*).

- *Topic Trends* (temas del momento).
- Influenciadores.
- Sentimientos.

Una vez que se definen las métricas más interesantes para un medio social, se debe medir el retorno de los medios digitales, y la siguiente pregunta será: ¿qué debo medir para obtener un buen retorno de inversión (**ROI**)? La respuesta a esta pregunta pasa por definir con gran cuidado y atención los KPI o indicadores clave de rendimiento.

ANÁLISIS DE SENTIMIENTOS

Análisis de sentimiento o sentimientos (sentimental analysis), también conocido en algunos ambientes como *minería de opinión*, se está refiriendo en la era actual al análisis automático del sentimiento que trata de traducir a indicadores más o menos medibles las emociones humanas inmersas en los datos sociales, tanto en fuentes externas y autónomas (redes sociales, blogs, microblogs, foros, medios de comunicación, *wikis*...) como internas o propias de la empresa (interacciones almacenadas en el CRM, transcripciones de conversaciones registradas en el sistema de soporte de incidencias, encuestas realizadas a clientes y empleados...). Desde la perspectiva de una organización o empresa, el análisis de sentimientos permite analizar de modo rápido y eficiente qué se dice sobre una marca o producto, seguir las opiniones o conversaciones de determinados usuarios influyentes, detectar tendencias en Internet, etcétera.

Se realiza mediante la monitorización y el análisis de datos sociales y de otro tipo, tanto procedentes de fuentes internas como externas a la empresa. El análisis de sentimientos tiene una aplicación muy importante en la monitorización de las redes sociales, y de su análisis se puede obtener el grado de empatía de los internautas hacia una organización, así como permite a las empresas conocer en forma certera el grado de simpatía o rechazo que tienen ante la marca y/o producto. El análisis de sentimientos tiene diferentes indicadores, y los de mayor impacto son: *positivo/negativo/neutro*, o dicho de otro modo, *buenos, malos o neutro*.

En esencia, el análisis de sentimientos ha pasado a primer plano y existen numerosas herramientas de tendencias en redes sociales que obtienen los datos de millones de sitios y redes sociales para un mejor entendimiento de lo que se está comentando sobre las empresas, marcas u otros temas, lo que a su vez permite identificar oportunidades de inversión.

HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS DE SENTIMIENTOS

Existen muchas herramientas para medir el análisis de sentimiento, pero sin duda, las ya citadas: Klout, la herramienta más popular y reputada, y PeerIndex, tal vez la otra herramienta más influyente con Klout. Otras herramientas de análisis de sentimiento son:

- Twitalyzer
- How Sociable
- Viralheat
- mBlastmPACT
- Kred.ly
- Traackr
- Twitrratr
- Moniter
- TrendiStic
- Socialmention
- Twitter Sentiment

Herramientas de análisis de sentimiento, pero más centradas en minería de opinión para tratar de encontrar opiniones sobre productos son:

- **Ciao.** Buscador de opiniones sobre productos; ordena resultados por popularidad, precio, valoración y fecha.
- **Swotti.** Buscador de opiniones sobre productos y proporciona *ranking* de resultados.

El análisis de sentimientos es un método más de intento de traducción de las emociones humanas en datos, pero con el uso de las herramientas modernas se puede conseguir que la espontaneidad e inmediatez de la opinión en medios sociales haga que dichos sentimientos sean más auténticos y preserven su contenido emocional. El análisis de sentimiento relativo a contenidos no estructurados se puede medir con tres características fundamentales: *polaridad* (¿la opinión sobre un tema, la expresión emitida es positiva o negativa, incluso neutra?); *intensidad* (¿cuál es el grado de emoción que se expresa?); *subjetividad* (¿la fuente que emite la expresión o comentario es objetiva, es parcial o imparcial?).

A medida que el concepto de análisis de sentimiento se va asentando, especialmente en medios sociales y en aplicaciones de software empresarial como CRM social, el número y uso de aplicaciones va creciendo, y en numerosos sectores de los negocios y de la sociedad en general. Algunas aplicaciones son:

- Medida de la satisfacción de los empleados y del clima laboral
- Medida de la satisfacción del cliente
- Prevenir abandono de clientes detectando situaciones de riesgo de pérdida de un cliente mediante la detección de opiniones negativas que se interpreten como posible abandono del cliente.

Esta aplicación es muy utilizada en operadoras de telefonía para tratar de evitar las ofertas de los competidores.

- Comparación con la competencia mediante la evaluación de la opinión sobre la competencia de (marca, empresa, productos...) y compararla con la nuestra.
- Detección de fortalezas y debilidades en diferentes áreas de nuestra empresa, mediante la detección de opiniones positivas o negativas de impacto.
- Medida del impacto en la reputación corporativa.
- Predicción de la evolución de determinadas acciones, lanzamiento de productos...
- Análisis de la opinión del electorado en el caso de votaciones políticas (presidenciales, regionales, municipales...). En el caso de las últimas votaciones presidenciales en diferentes países europeos y americanos, se publicaron numerosos análisis de sentimiento con diferentes herramientas y aplicaciones.

El análisis de sentimientos se encuadra dentro del procesamiento de lenguaje natural (PLN), la inteligencia artificial y de la minería de textos (entre otras técnicas), ya que fundamentalmente busca extraer información subjetiva de un texto (un *tuit*, un *post* en un blog...). El analista de sentimientos se está convirtiendo en una profesión emergente dentro del área de analistas de datos y analistas Web, que requiere de una formación multidisciplinar como lingüística, ingeniería de sistemas (informática), psicología, e incluso matemáticas o física.

ANALÍTICA MÓVIL

Analítica Web para móviles o *analítica móvil* (*mobile analytics*) nace de la creciente necesidad de las empresas de conocer el retorno de la inversión de su canal móvil. A medida que aumenta la adopción de la telefonía móvil (celular) para el acceso a Internet, las empresas requieren estar presentes en el canal móvil a través de su sitio Web (*Web app*) o aplicaciones nativas. La *analítica móvil* se refiere al campo específico de la analítica Web, en el canal móvil de la organización, y comprende el conjunto de prácticas y tecnologías para coleccionar y analizar los datos de la presencia en Internet desde móviles (*smartphones*) y tabletas, con el objetivo de tomar decisiones de negocio. Una de las primeras decisiones que ha de tomar la empresa, antes de proceder a la fase de analítica de datos, es seleccionar una aplicación Web o nativa. El objetivo es conocer cuál es el modo en que el usuario interactúa con la aplicación o con la página Web desde el móvil.

La analítica móvil debe poder responder a preguntas tales como:

- ¿Quién está utilizando las aplicaciones móviles de mi empresa o del profesional individual?
- ¿Cuál es la mejor aplicación: aplicación Web o aplicación nativa?
- ¿Qué productos y servicios demandan los usuarios de teléfonos móviles o tabletas?
- ¿Cómo funciona mi sitio Web desde mi dispositivo iPhone, Android o Windows Phone?

El servicio de analítica Web móvil¹¹ debe incluir al menos:

- Recolección de datos.
- Análisis (exploración y recomendaciones de negocio).
- Entrega y gestión de informes (*reporting*).

En la recolección de datos existen dos tipos de dimensiones: tipos de dispositivos a medir y plataformas sobre las que se medirán. En la etapa de análisis será preciso contemplar cuáles son los KPI para medir los objetivos de atención al cliente, ventas, contenidos de las páginas, etc. Y en la etapa de *reporting*, entrega y gestión de informes, deberá estudiarse la integración de los datos con todos los canales de la empresa.

INFORMACIÓN DE HERRAMIENTAS DE ANALÍTICA MÓVIL

Las herramientas de analítica Web móvil, al igual que las herramientas de escritorio, deberán proporcionar información que pueda ser de utilidad para la empresa o el profesional. Algunas de las informaciones de interés a proporcionar por la herramienta de analítica móvil son:

Relativas a la actividad de los usuarios

Usuarios activos.

Duración de la sesión.

Participación del usuario (duración media de sesión, *screens*/sesión...).

Visitantes nuevos y recurrentes.

Fidelización de los usuarios.

Datos demográficos (idioma, país/territorio, ciudad).

Flujo de interacción.

Relativas al dispositivo y a la aplicación

Nombre y versión de la *app*.

Número de instalaciones, bloqueos y excepciones.

Ingresos de la app.

Proveedor de servicios.

Marca del dispositivo móvil.

Resolución de pantalla.

Versión del SO (sistema operativo).

Herramientas de analítica móvil

El sistema normal de medición de estadísticas en los sitios Web de escritorio no se puede aplicar en su totalidad a las páginas de móviles, y es necesario tener en cuenta otras consideraciones. En primer lugar, el acceso a Internet en el caso de dispositivos móviles no suele ser tan seguro como es el caso de aplicaciones de escritorio. El acceso a las aplicaciones no está garantizado bien por falta de cobertura 3G o 4G, - y en el futuro 5G -, inexistencia de red Wi-Fi, bajas velocidades de acceso, ausencia de sincronización, etcétera.

Existen numerosas herramientas de analítica Web móvil, tanto gratuitas como de pago, así como con la modalidad *freemium*. Una selección de las herramientas más empleadas en analítica Web móvil, y con los tres tipos de versiones, propietarias, códigos abiertos o gratuitos, es la siguiente:

- *Google Mobile Analytics*. Funcionalidades específicas para aplicaciones Web (apps) y marcación (HTML 5).
- *Flurry Analytics*. Aplicación específica para analítica móvil.
- *Adobe Omniture /Adobe Site Catalyst*. Permite trabajar con librerías para apps y marcación de HTML 5.
- *Countly*. Es una aplicación de analítica en tiempo real para la medición de aplicaciones móviles. Es una aplicación de código abierto (*open source*).
- *Localytics*. Plataforma para medición de apps.
- *Piwik Mobile*. Similar a Piwik de escritorio.
- *Apsalar*.
- *Woopra Mobile* (igual que Woopra de escritorio).

CASO DE ESTUDIO: GOOGLE ANALYTICS

Google Analytics¹² es una herramienta gratuita de analítica web de Google, alojada en la nube, y reconocida como una de las herramientas más eficientes y

de referencia en el área de análisis web que ayuda a la creación, actualización y mantenimiento de los sitios web de una empresa o de un usuario particular. Es también una herramienta idónea para conseguir mejorar el retorno de inversión de su negocio o empresa (ROI).

En marzo de 2005 Google compró la empresa Urchin -en aquellas fechas una de las herramientas más acreditadas del mercado en análisis web. Google hizo una adaptación para su buscador y herramientas asociadas, así como una nueva interfaz y en noviembre de 2005 lanzó la nueva herramienta con el nombre de Google Analytics.

La herramienta Google Analytics es, a su vez, un conjunto de herramientas de medición de analítica web para la empresa que proporciona las siguientes funcionalidades:

- **Estadísticas de varios canales**¹³. «Sus clientes investigan, comparan y toman decisiones de compra en distintos momentos y lugares. Los embudos multicanal de Google Analytics le permiten ver las interacciones entre distintos medios digitales y muestran cómo se combinan estos canales para crear ventas y conversiones. Lo más importante es que esta herramienta le ayuda a tomar decisiones de marketing fundamentales sobre las inversiones en publicidad en el nivel superior (los canales concretos) y en el inferior (por ejemplo, las palabras clave y las ubicaciones de anuncio específicas)».
- **Soluciones para dispositivos móviles**¹⁴. «*Analítica de móviles* (analizar sus anuncios, aplicaciones y sitios para móviles; evaluar los sitios web y las aplicaciones para móviles, así como las visitas desde dispositivos móviles con conexión a Internet, incluidos las tabletas y los teléfonos, tanto de gama alta como básicos). Ofrece la mejor *experiencia de usuario* en diferentes pantallas y dispositivos».
- **Informes sociales**. «Ayudan a medir el impacto de las redes sociales en los objetivos de su empresa y en las conversiones relacionadas. Mide las métricas que más interesan a la empresa».

Google Analytics proporciona informes estándar e informes personalizados sobre cómo los visitantes utilizan su sitio, cómo han llegado a él y qué puede hacer para que sigan visitándolo. Para la obtención de los informes, la herramienta de Google utiliza:

- Herramientas de análisis.
- Analítica de contenido.
- Analítica de redes sociales.

- Analítica de móviles.
- Analítica de conversiones.
- Analítica de publicidad

LA PLATAFORMA DE GOOGLE ANALYTICS

Google Analytics proporciona soluciones API para recopilar y configurar las interacciones del usuario con el contenido *online*, así como para crear informes de ellas. Los desarrolladores y programadores interactúan e influyen en el procesamiento a través de una interfaz de usuario completa, bibliotecas de cliente y las mencionadas soluciones API.

La plataforma¹⁵ de Google Analytics realiza todas las actividades de analítica web mediante cuatro etapas: recopilación de datos, configuración, procesamiento e informes.

Recopilación de datos

Recopila los datos de las interacciones del usuario que se reciben desde el sitio web, aplicación móvil o desde cualquier sitio conectado a internet que se considere.

Configuración

En esta etapa los datos se organizan y almacenan en bases de datos para que podamos acceder a ella cuando sea necesario y de modo rápido. Google en su sitio web señala que esta etapa permite administrar cómo se procesan los datos.

Procesamiento

La etapa de procesamiento permite procesar los datos de interacción del usuario con los datos de configuración para convertir la información recolectada en datos útiles y clasificados por categorías con el objetivo de proporcionar informes que puedan permitir tomar decisiones eficientes.

Informes

Esta etapa permite acceder a todos los datos procesados en forma de informes o reportes. Los informes que ofrece Google Analytics pueden ser estándar y personalizados relativos a audiencia, adquisición, comportamiento de usuarios y pueden ser informes de los usuarios que se encuentran activos en el sitio web o en la aplicación móvil.

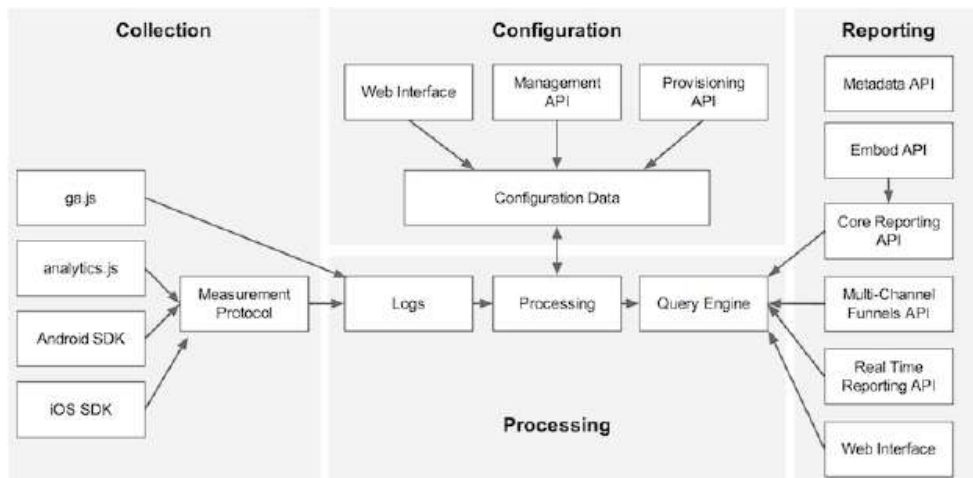


Figura 11.1 Componentes de la plataforma Google Analytics

Fuente:

<https://developers.google.com/analytics/devguides/platform/>

FORMACIÓN EN GOOGLE ANALYTICS

Otra de las grandes ventajas de la herramienta Google Analytics es la excelente oferta de formación, también gratuita. En el sitio web oficial de la herramienta¹⁶ se ofrece a los usuarios un Centro de Ayuda de Google Analytics con artículos, documentación, vídeos... Además, ofrece dos plataformas de formación: Analytics Academy y Analytics IQ, en las cuales se pueden seguir cursos gratuitos online de Google Analytics y análisis de datos, así como preparación para un examen de certificación oficial muy reconocida en el mercado: Analytics Individual Qualification (IQ).

CASO DE ESTUDIO: IBM WATSON DATA

IBM¹⁷ presentó el 28 de octubre de 2016 en Las Vegas su plataforma **IBM Watson Data Platform**, de su computador cognitivo Watson con una aplicación directa a Big Data y al análisis de datos. El objetivo fundamental del proyecto, anunciado por IBM, es ayudar a las organizaciones a obtener el máximo valor de los datos, transformando los datos en conocimiento para la ayuda a la toma de decisiones.

Según IBM se trata de una plataforma con el sistema de ingestión de información más veloz desarrollado hasta el momento en el mundo. Además, incorpora tecnología cognitiva para la toma de decisiones empresariales y

permite a los profesionales de datos trabajar con cualquiera de los servicios disponibles en la nube de IBM.

La plataforma *Watson Data Platform* «integra todas las capacidades de sus tecnologías cognitivas, analíticas y *cloud* para ponerlas al servicio de los profesionales. Posibilita la colaboración entre todos los profesionales que trabajan con información (científicos de datos, ingenieros de datos, analistas de negocio y desarrolladores), ofreciéndoles distintos servicios y herramientas y una visualización sencilla que se puede compartir fácilmente con el resto de la organización. La nueva plataforma de IBM aprovecha además las posibilidades que le ofrece la tecnología *open source* **Apache Spark** y contempla la opción de incorporar datos meteorológicos recogidos por The Weather Company».

En la presentación oficial, IBM recordó como la digitalización está transformando el mundo y la proliferación de datos, con una generación diaria de 2.500 millones de gigabytes a escala global. En España, la presentación oficial se realizó el 23 de marzo de 2017¹⁸, coincidiendo con la presentación del evento *Watson Data Platform Summit* a celebrar en Madrid, el día 26 de abril de 2017.

En la página oficial¹⁹ de la plataforma *Watson Data* de España se reseñan sus principales funcionalidades y sus destinatarios actuales

Principales funcionalidades

- Herramientas específicas de usuario.
- Entorno que permite la colaboración entre todas las funciones.
- Ingesta rápida de datos de todo tipo—más rápido que cualquier otra plataforma.
- Analítica de autoservicio sobre datos fiables y gobernados.
- Despliegue automatizado con *machine learning* cognitivo y *Apache Spark*.
- Acceso a múltiples tecnologías de terceros gracias a un ecosistema abierto.

Los destinatarios actuales

- **Analistas y experto de negocio** (Necesita datos para tomar decisiones estratégicas de negocio)
- **Desarrollador de aplicaciones** (Accede a datos y modelos, desarrollando código para construir aplicaciones API)
- **Ingeniero de datos** (Gestiona, integra, gobierna y protege los datos)
- **Científico de datos** (Explora y analiza los datos desarrollando modelos algorítmicos)

RESUMEN

El análisis de datos tiene el objetivo fundamental del estudio de los datos de una organización con la finalidad de extraer conocimiento de éstos y tomar decisiones correctas y eficientes en beneficio de la mencionada organización. La *analítica de datos (data analytics)*, según ISACA, “implica los procesos y actividades diseñados para obtener y evaluar datos para extraer información útil”. Analítica de datos se considera también a la ciencia de examinar datos en bruto (crudos) con el propósito de obtener conclusiones acerca de la información contenida en ellos.

1. Existen tres tipos de analítica de datos: analítica descriptiva, analítica predictiva y analítica prescriptiva.
2. La analítica de Big Data permite los usuarios analizar los datos masivos de las organizaciones con tamaños desde terabytes hasta petabytes de modo rápido y económico.
3. Existe gran variedad de herramientas de *software* que se usan en analítica de datos. Las técnicas más empleadas son: realización de consultas e informes (*quering y reporting*), visualización, minería de datos, análisis de datos predictivos, lógica difusa, optimización, *streaming* de audio, video o fotografía, etcétera.
4. Las herramientas de analítica deben permitir a los usuarios analizar los grandes datos de un modo rápido y económico. Los usuarios deben ser capaces de explorar y visualizar datos masivos mediante gráficos interactivos, cuadros de mando integral (*balanced scorecards*), tableros o cuadros de control (*dashboards*), herramientas de *reporting y query* (informes y consultas) de resultados, así como herramientas de *visualización*, en tiempo real cuando sea necesario.
5. El tratamiento de los grandes volúmenes de datos requiere de las siguientes etapas: adquisición o ingestión, almacenamiento y organización de la información, análisis y presentación o visualización de resultados.
6. En la era de los grandes volúmenes, podemos considerar cuatro grandes categorías en analítica de datos:
 1. **Analítica Web** o analítica del tráfico de datos en un sitio Web.
 2. **Analítica social** o análisis de datos de los medios sociales (blogs, wikis, redes sociales, RSS...).

3. **Analítica móvil** en dispositivos móviles con el objeto de analizar los datos que envían, reciben o transitan en dichos dispositivos.
4. **Analítica de Big Data** o analítica de los grandes volúmenes de datos.
5. **Analítica Web**, según Avinash Kaushik, es: “El análisis de datos cuantitativos y cualitativos de su sitio Web y de la competencia, para impulsar una mejora continua de la experiencia *online* que tienen tanto los clientes habituales como los potenciales y que se traduce en unos resultados esperados (*online* y *offline*)”.
7. Una *métrica* es una valoración cuantitativa de estadísticas que describen tanto los eventos como las tendencias de un determinado sitio Web; en realidad, es una medida cuantitativa que permite conocer el estado de un sitio Web, de una página Web o un proceso que se realiza en un sitio para un atributo o parámetro determinado.
8. Métricas cruciales: visitas, visitantes, visitantes únicos, tiempo en la página y en el sitio, tasa de rebote, tasa de salida, tasa de conversión, compromiso.
9. Otras métricas a considerar y muy importantes: visitas provenientes de buscadores o directas, *ranking* de páginas más vistas/páginas por visita, procedencias de las visitas.
10. Un indicador clave de rendimiento (KPI) es una métrica que ayuda del modo más eficiente posible a conseguir los objetivos previstos del sitio Web.
11. Todas las KPI son métricas, pero no todas las métricas son KPI.
12. Los informes que emiten las herramientas de analítica Web son variados. En el caso de Google Analytics, destacan: informes estándar, personalizados y sociales.
13. Herramientas de analítica Web. Existe gran cantidad de herramientas de analítica Web de pago y también gratuitas. Una breve selección puede ser: Coremetrics, Omniture, Piwik, Woopra, Google Analytics, WebTrends, Unica, etcétera.
14. Analítica Web para móviles se refiere al campo específico de la analítica Web en el canal móvil de la organización, y comprende el conjunto de prácticas y tecnologías para coleccionar y analizar los datos de presencia en Internet desde móviles y tabletas con el objetivo de tomar decisiones de negocio.
15. La información de las herramientas de analítica Web debe proporcionar resultados similares a las métricas ordinarias, y además información relativa a la actividad de los usuarios, al dispositivo y a la aplicación.
16. **Análisis de sentimiento** o **sentimientos** (*sentimental analysis*), también conocido en algunos ambientes como *minería de opinión*, se refiere en la era actual al análisis automático del sentimiento

que trata de traducir a indicadores más o menos medibles las emociones humanas inmersas en los datos sociales, tanto en fuentes externas y autónomas (redes sociales, blogs, microblogs, foros, medios de comunicación, *wikis*...) como internas o propias de la empresa (interacciones almacenadas en el CRM, transcripciones de conversaciones registradas en el sistema de soporte de incidencias, encuestas realizadas a clientes y empleados).

BIBLIOGRAFÍA

- **ACERA**, Miguel Angel (2014). *Analítica Web 2.0*. Madrid: Anaya.
- **ACERA**, Miguel Angel (2012). *Analítica Web*. Madrid: Anaya.
- **GOROSTIZA**, Iñaki y **BARAINCA**, Asier (2016). *Google Analytics. Mide y vencerás*. Madrid: Anaya, 2016.
- **JOYANES**, Luis (2015). *Sistemas de Información en la Empresa*. México DF: Alfaomega, Barcelona: Marcombo
- **KAUSHIK**, Avinash (2012). *Analítica Web 2.0*. 2ª ed. Barcelona: Gestión 2000
- **LOVETT**, Jhon (2012). *Social Media; Métricas y análisis*. Madrid: Anaya.
- **MALDONADO**, Sergio. *Analítica Web*, 3ª ed. Madrid: ESIC.

NOTAS:

¹ ISACA: *Data Analytics. A Practical Approach (white paper)*, agosto 2011. En

<www.isaca.org/dataanalytics> encontrará el artículo citado y un buen número de recursos adicionales.

² *The Data Warehouse Institute* (www.tdwi.org)

³ *Peter J. Jamack: "Analítica de inteligencia de negocios de Big Data"*. Disponible en: <<http://www.ibm.com/developerworks/ssa/library/ba-big-data-bi/index.html>>

⁴ *Pere Rovira* en <http://www.postgradomarketingonline.com/blog/que-es-la-analitica-digital/>

⁵ Digital Analytics Association. What is Digital Analytics? <http://www.digitalanalyticsassociation.org/>

⁶Recordemos que un sitio Web es el componente Web de un dominio, y un sitio Web se compone o tiene varias páginas Web. El sitio Web tiene la dirección URL de la organización y cada página tiene su propia dirección URL que se deriva de la página del sitio.

⁷ Eric Peterson: The Big Book of KPI. Disponible en: <http://bit.ly/desmystified-books>. El autor permite la descarga gratuita, una de las grandes referencias, obligatoria para el estudio de analítica Web.

⁸CIO: Chief Information Officer. CMO: Chief Marketing Officer.

⁹ The IBM Global Chief Marketing Officer Study (The IBM 2011 Global CMO Study): “Del reto al éxito. La transformación de marketing en la era digital”. Disponible en: <http://www-05.ibm.com/services/es/c-suite/cmo/cmo-study-registration-2011.html>. [Consulta: 8 de septiembre de 2012].

¹⁰Adaptado de Kaushik, Lovett y Acera.

¹¹ El portal Analítica Web (www.analiticaweb.es) ha publicado diferentes artículos sobre Mobile Analytics de Juan Manuel Elices, donde se analizan estrategias de analítica móvil, algunas de las cuales recogemos en esta sección.

¹²<https://www.google.es/intl/es/analytics>

¹³ <https://www.google.es/intl/es/analytics/features/multichannel-funnels.html>

¹⁴<https://www.google.es/intl/es/analytics/features/mobile.html>

¹⁵<https://developers.google.com/analytics/devguides/platform/>

¹⁶<https://analytics.google.com/analytics/academy/>

¹⁷<https://www-03.ibm.com/press/es/es/pressrelease/50924.wss>

¹⁸ <https://www.ibm.com/blogs/think/es-es/2017/03/23/watson-data-platform-y-el-cientifico-de-datos/>

¹⁹ <https://www.ibm.com/analytics/es/es/watson-data-platform/platform.html>

CAPÍTULO 12

ALGORITMOS, ECONOMÍA COLABORATIVA Y *BLOCKCHAIN*. LOS NUEVOS PILARES DE LA ECONOMÍA DIGITAL

«El mundo va a cambiar radicalmente gracias a los algoritmos, el big data y la inteligencia artificial»¹. Así de contundente se manifestaba Harari ², autor del libro *Homo Deus. Breve historia del mañana*, en el que el **algoritmo** es uno de los temas centrales de su contenido. Plantea que los algoritmos están influyendo en el comportamiento humano, y por ende en la sociedad. Harari es uno de los autores de libros de ensayo más populares y que más libros ha vendido en la actualidad (un millón de ejemplares de su primer libro *Sapiens. De animales a dioses*). En *Homo Deus*, aparece con frecuencia el concepto clave de algoritmo en muchos de los capítulos y afirma, con sus explicaciones oportunas, que el siglo XXI estará dominado por ellos.

Incluso sostiene que: «**algoritmo** es el concepto más importante en nuestro mundo. Si queremos comprender nuestra vida y nuestro futuro, debemos hacer todos los esfuerzos posibles por entender qué es un algoritmo y cómo los algoritmos están conectados con las emociones». Uno de los aspectos relevantes que menciona es la capacidad de los algoritmos para proporcionar mucha más precisión y exactitud, y plantea que el ser humano es un algoritmo. «Si se dispone de suficientes datos biométricos (una de las fuentes más señaladas de *big data*) y de potencia de cómputo suficiente, un algoritmo puede tomar mejor que yo decisiones de mi vida», llega a afirmar Harari en su obra.

Los algoritmos han llegado de un modo práctico al mundo de los negocios y ha emergido una nueva disciplina: la **economía de algoritmos**, que durante el 2016

inició su despliegue y se espera que en los siguientes años constituirá una gran oportunidad de la economía digital que impactará en otras disciplinas de la economía como es el caso de la *economía colaborativa*.

En el capítulo se revisarán conceptos básicos de algoritmos, áreas de impacto de éstos y un nuevo modelo de servicio que se apoyará en la nube **AaaS** (algoritmos como servicio). Asimismo, se analizarán las nuevas **tiendas (almacenes) de algoritmos (*algorithms store*)** que están comenzando a competir con las tiendas de aplicaciones y que convivirán con ellas; incluso, algunos estudios predicen que podrán sustituirlas o al menos integrarse ambos tipos de tiendas.

La economía colaborativa (*sharing economy*) es una nueva disciplina de la economía digital que apoyada en las tecnologías disruptivas actuales ha originado un gran número de modelos colaborativos y bajo demanda soportados en plataformas digitales. Las empresas colaborativas creadas en torno a estos nuevos modelos de negocio han crecido con gran rapidez y con gran éxito. Ejemplos de empresas colaborativas de gran crecimiento y presencia nacional y mundial son: Uber, Cabify, Blablacar, Airbnb, Wallapop, TaskRabbit, Deliveroo...

Blockchain (cadena de bloques) es una combinación de tecnologías de registro de datos que está facilitando todo tipo de transacciones electrónica con una gran seguridad. Es una de las tecnologías emergentes en 2017 y que se espera pueda llegar a constituir una nueva revolución tecnológica y de impacto en todos los sectores industriales y empresariales, aunque, por ahora, es el sector financiero y de banca donde mayor aplicación está teniendo. Como referencia principal, *blockchain* es la tecnología que soporta a todas las divisas digitales (*criptomonedas*), entre ellas, la famosa moneda virtual *bitcoin*.

EL ALGORITMO COMO MODELO DE NEGOCIO EN LA ECONOMÍA DIGITAL

Hace 3.500 años los babilonios crearon los primeros algoritmos, y cuentan las historias que fue calculando una raíz cuadrada sobre arcilla húmeda. Los algoritmos como métodos para resolución de problemas se han utilizado desde los tiempos más remotos, y en las carreras de ciencias matemáticas, físicas e ingeniería, han sido también uno de sus pilares académicos y científicos. ¿Cuál es, entonces, la razón de su popularización actual en los campos y sectores más diferentes? Sin lugar a dudas, porque se han convertido en la pieza clave para definir los procesos de negocios en la época de los grandes volúmenes de datos, de manera que un buen algoritmo aplicado a la gestión de datos se ha constituido en la espina dorsal de la economía digital, así como de la transformación digital de organizaciones y empresas.

La transformación digital junto con la inteligencia artificial, internet de las cosas y *big data*, están cambiando la vida cotidiana de los seres humanos debido, precisamente, a los datos que los usuarios dejan almacenados en la nube.

Los algoritmos son una herramienta utilizada a diario en la empresa, en la industria, en los negocios... y sobre todo cuando navegamos por Internet. Aunque más adelante describiremos a detalle algoritmos de impacto, adelantemos algunos de uso común y que utilizamos casi a diario:

- El **algoritmo de búsqueda de Google (Page Rank)** permite rastrear millones de páginas web en milésimas de segundo para ofrecer al usuario las mejores soluciones en su búsqueda de datos o para responder a preguntas, ajustándose a su perfil de comportamiento en la navegación por Google.
- El **algoritmo de Netflix** —una de las compañías líderes a nivel mundial en reproducción de películas y videos— presenta al usuario las mejores series o nuevas películas que puedan ser de su agrado, en función de sus hábitos diarios ante la citada plataforma de videos.
- El **algoritmo de Waze** ofrece las mejores rutas en función del tráfico tanto para los viajeros usuarios del servicio como para los próximos vehículos autónomos.
- Algoritmos de recomendación para la compra en línea³.

Los algoritmos empiezan a ser la esencia de la economía digital y soporte de una nueva rama de la economía a la que se suele denominar *economía del algoritmo*. Se está creando un nuevo mercado digital donde se puedan alquilar, comprar y vender algoritmos. Al igual que las tiendas *online* de aplicaciones para móviles (*apps*) se comienza a desarrollar un nuevo modelo de negocio basado en algoritmos y con un objetivo y líneas de negocio similares, es decir, desarrollo, venta, compra y alquiler de éstos. La plataforma *Algorithmia* —que posteriormente comentaremos— es ejemplo de un modelo de negocio de éxito basado en la creación, desarrollo y comercialización de algoritmos.

La arquitectura de los negocios se está redefiniendo por los algoritmos. Su uso práctico lleva años en industrias y negocios diferentes. Sin embargo, el desarrollo de máquinas cada vez más inteligentes, con el soporte de algoritmos —preferentemente de aprendizaje automático— es una de las razones para el éxito y penetración de los algoritmos en el sector industrial y en otros sectores importantes como la salud, la aeronáutica, la automoción, etcétera.

“Mientras que los negocios digitales están ya transformando las organizaciones, creemos firmemente que las compañías basadas en algoritmos crearán aun mayor nivel de disrupción”, dice el vicepresidente de Gartner. “Los mercados de algoritmos abiertos crearán rápidamente (además de incentivar) un nuevo y completo ecosistema de desarrolladores de algoritmos de la misma

forma que las *apps stores* y los dispositivos móviles han cambiado el desarrollo software” (Gartner, 2016)⁴.

¿QUÉ ES UN ALGORITMO?

La Real Academia Española (RAE) dice que el término puede provenir del latín *algotbarismus* y del árabe, abreviatura de *hisabu lgubar* (cálculo mediante cifras arábigas). También se considera sus orígenes en el matemático persa Al-Juarismi. Las dos acepciones de **algoritmo**, dadas por la RAE son:

1. Conjunto finito y ordenado de operaciones que permite hallar la solución de un problema.
2. Método y notación en las distintas formas de cálculo.

«Un **algoritmo** es un método con un conjunto de instrucciones utilizadas para resolver un problema específico». Un problema puede ser resuelto mediante varios algoritmos. Un algoritmo dado correcto resuelve un problema definido y determinado (por ejemplo, calcular una función determinada) (Joyanes 2014), (Joyanes y Zahonero, 2004). Desde el punto de vista de programación de computadoras, los algoritmos son un conjunto de instrucciones de programación que, introducidas en un programa, permiten analizar un conjunto de datos —previamente seleccionados— y establecer una salida o resultado. Los algoritmos, pensando en computación, necesitarán herramientas de programación tales como pseudocódigo, diagramas de flujo... o lenguajes de programación (C, C++, Java, JavaScript, R, Python...).

Harari también define algoritmo como: «Un conjunto metódico de pasos que pueden emplearse para hacer cálculos, resolver problemas y tomar decisiones . Un algoritmo no es un cálculo concreto, sino *el método* que se sigue cuando se hace el cálculo».

Algoritmos sencillos que se suelen describir en los libros de algoritmos y programación, y que también Harari describe, pueden ser:

- Cálculo de la media aritmética de dos números.
- Realizar una receta de cocina. Hacer un gazpacho andaluz, un salpicón de mariscos, una sopa azteca o un ceviche.
- Cálculo de la superficie de un triángulo.

Siguiendo a Harari, afirma rotundamente que: «algoritmo es el concepto más importante en nuestro mundo. Si queremos comprender nuestra vida y nuestro futuro, debemos hacer todos los esfuerzos posibles por entender qué son los algoritmos y cómo éstos están conectados con las emociones». En el fondo interactuamos día a día con uno o varios algoritmos.

Los algoritmos unidos a *Big Data*, Internet de las Cosas y la Inteligencia Artificial están presentes en casi todos los aspectos de la vida actual. Citemos algunos casos. Los algoritmos deciden lo que se publica en nuestro muro de Facebook, las recomendaciones de Amazon o permiten divertirnos mejor con nuestro videojuego favorito y las compañías de seguro disminuyen sus riesgos. Google es el caso más significativo con su algoritmo de Page Rank, que decide el orden de aparición de las búsquedas en el buscador afinando los resultados, ajustándolos a nuestro perfil de comportamiento cuando navegamos. En resumen, los algoritmos controlan gran parte de lo que vemos y oímos en Internet.

Centrándonos en la economía digital y en el marketing digital, los algoritmos intervienen en la fijación de precios, ayudan a las marcas a utilizar el conocimiento específico del cliente (datos personales, perfil de su comportamiento en navegación, hábitos de compra...), sugieren nuevos productos a ofrecer a los clientes, ayudan a las tiendas a establecer y modificar precios. Las empresas de medios de comunicación los utilizan para hacer recomendaciones y ofrecer contenido y anuncios utilizando la publicidad programática basada en el comportamiento del usuario cuando se conecta a cualquier página web, de tal manera que le aparecen anuncios de publicidad relacionadas con sus hábitos de navegación como viajes, compras, lecturas, alojamientos hoteleros, etcétera.

LOS ALGORITMOS EN LA EMPRESA

Los algoritmos se han ido introduciendo en la empresa. Steve Prentice, vicepresidente de Gartner en *Computerworld*, señala:

El sector de *retail* utiliza algoritmos de automatización de precios y de analíticas para mejorar los resultados de su negocio. En recursos humanos los algoritmos ya han empezado a transformar la adquisición de talento, ya que son capaces de evaluar rápidamente la idoneidad de cada candidato para cada rol, pero esta misma tecnología puede además utilizarse para repartir mejor la cantidad de trabajo y tareas entre las personas adecuadas. En sanidad, la accesibilidad de los algoritmos avanzados clínicos está transformando la eficiencia de la sanidad que se administra en las organizaciones, así como sus capacidades para llevarlo a cabo.⁵

La práctica de compartir y codesarrollar algoritmos entre organizaciones con intereses similares puede ser muy relevante para todas las empresas, además de ser un modelo de desarrollo muy útil en las industrias verticales. Los algoritmos están siendo usados por las empresas fundamentalmente para detectar patrones o tendencias, y en función de ello, generar datos útiles que permitan adaptar mejor sus productos o servicios

La capacidad de las técnicas utilizadas en los algoritmos para identificar y extraer el valor real de los datos está provocando en las compañías la aceleración

del despliegue de la economía digital. El algoritmo se ha convertido en la gran promesa de la economía digital y está dando lugar al nacimiento de una nueva rama de la economía, denominada **economía de [los] algoritmos** o **economía algorítmica**.

Los algoritmos han tenido el gran éxito actual debido al gran aumento de los datos y su facilidad para su gestión. Especialmente, en la actualidad, donde la inmensa cantidad de datos existentes son datos no estructurados (esencialmente *big data*). Estadísticas fiables hablan de que sólo 10% de los datos son estructurados —los datos tradicionales de las bases de datos relacionales—, por lo cual se han originado grandes oportunidades para empresas y desarrolladores que pueden crear algoritmos para comercializar y desplegar los restantes; es decir, los algoritmos se han constituido en un gran negocio. Si a esto unimos el crecimiento exponencial de los datos, la oportunidad sigue creciendo. Estima Deloitte —y muchas otras grandes consultoras— que desde el comienzo de la Humanidad hasta 2003 se generaron dos exabytes de información, mientras que en 2011 se creó ese mismo volumen en dos días, y en 2020 se prevé se tardará menos de diez minutos.

ECONOMÍA DE ALGORITMOS

La *economía de los algoritmos* es un término utilizado por primera vez en el mundo de la tecnología por la consultora Gartner. Con ocasión de su simposio anual Symposium/ITxpo de 2015, celebrado en octubre de ese año en Orlando (EE. UU) —datos de la consultora cifran en más de 8.500 CIO y otros profesionales que asistieron al evento—, el vicepresidente de investigación de la consultora, Peter Sondergaard, presentó “*algorithm economy*”⁶ como una nueva disciplina de la economía que describe la siguiente ola de innovación, donde los desarrolladores pueden producir, distribuir y comercializar su código de software. Sondergaard, planteó que economía de los algoritmos no sólo era relativa a la compra y venta de *apps* completas, sino ser funcional, fácil de integrar algoritmos que facilitan a los desarrolladores construir *apps* inteligentes, más rápidas y más baratas que antes.

«Los algoritmos son los bloques que construyen cualquier aplicación. Ellos proporcionan la lógica de negocios para convertir las entradas en salidas útiles. Puso el ejemplo de los bloques de Lego, los algoritmos pueden ser apilados juntos en un nuevo y novedoso medio para manipular datos, extraer conocimientos clave y resolver problemas eficientemente. El resultado final es que estos mismos algoritmos son flexibles y se pueden reutilizar y reconfigurar fácilmente para proporcionar valor en una variedad grande de circunstancias».

La consultora Gartner en la presentación del citado informe sobre la economía de los algoritmos, resaltó el *impacto de los algoritmos en la transformación digital de la empresa*, pero no sólo por los diferentes métodos utilizados para resolver

problemas de negocios, sino que lo primordial estará en la gestión de los datos; es decir, se trata de gestionar esos grandes volúmenes de datos y qué se hace con ellos; así aparece el nuevo concepto de *Algoritmos y Big Data* (análogo al clásico conocido en el mundo de la programación *algoritmos y estructuras de datos*).

Así pues, el algoritmo se ha convertido en la gran promesa de la economía digital. Existen numerosos ejemplos de su uso en la economía digital y que veremos a continuación. Los algoritmos benefician a casi todas las industrias y empresas, sobre todo si manejan grandes volúmenes de datos que a su vez proceden de múltiples fuentes de datos. Ejemplos de estas organizaciones, son las dedicadas a:

- Análisis de riesgos
- Logística y distribución
- Selección de personal
- Operadores de bolsa

y, naturalmente, las empresas digitales por excelencia tales como:

- Amazon, en sus sistemas de recomendación para compras
- Google, con sus potentes algoritmos de búsqueda
- Facebook, con sus algoritmos sociales
- Microsoft, con sus herramientas de gestión empresarial
- IBM, con la computación cognitiva y los algoritmos del computador Watson.

Walmart, General Electric o la mencionada Amazon, han creado espacios propios de almacenamiento de petabytes o incluso exabytes de datos, a diario. Estas empresas no sólo gestionan sus datos, sino que —legalmente— venden esos datos a otras empresas en un negocio que es el tratamiento de los datos. Están apareciendo modelos de negocio cuyo único valor será la capacidad de aplicar el algoritmo (González, 2016)⁷.

Se está creando un mercado digital donde los algoritmos se pueden comprar, vender o alquilar, al igual que ahora sucede con las aplicaciones para dispositivos móviles en las tiendas de apps que han desarrollado sus propios modelos de negocio de gran éxito. Así han comenzado a emerger empresas como Algorithmia —una empresa de los Estados Unidos con sede en Seattle— que en sólo tres años ofrece un portafolio de más de 2.500 algoritmos procedentes de más de 20 000 autores que desarrollan algoritmos de los más diversos. Además, las grandes empresas de Internet, como Amazon, Google o Facebook tiene grandes bibliotecas de algoritmos que dan libre acceso a sus códigos —no a los datos— para analizar grandes volúmenes de datos.

El CEO de Algorithmia, en un artículo publicado en *KDnuggets*⁸, presentó un algoritmo llamado Analyze Tweets, que busca en Twitter una palabra clave, determinando el sentimiento y los tópicos de LDA (Latent Dirichlet Allocation, algoritmo de aprendizaje automático para la detección de *topics*) para cada nuevo tuit que coincide con el término de búsqueda. Este microservicio apila nuestros tuits recuperados (*retrieve tweets*) con el algoritmo de palabras claves con nuestro análisis de sentimientos y algoritmos LDA para crear una simple utilidad de “*plug-and-play*”.

Empresas como Google, Facebook, Amazon o Netflix tienen contruidos sistemas para adquirir grandes volúmenes de datos (por ejemplo: historia de búsquedas, métricas de *engagement*, historia de compras, etc.), así como los algoritmos responsables para extraer conocimiento accionable a partir de esos datos. Como resultado, estas compañías están usando algoritmos para crear valor e impactar en millones de personas al día. Sondergaard insistía en su diagnóstico: «En los algoritmos es donde reside el valor. Los algoritmos definen la acción».

ÁREAS DE IMPACTO DE LOS ALGORITMOS

Las áreas de mayor impacto en el desarrollo de algoritmos que influirán en los negocios digitales y, en consecuencia, en la economía de algoritmos son: *Big Data*, Internet de las Cosas y Seguridad (Ciberseguridad). En capítulos anteriores analizamos estos pilares de la cuarta revolución industrial. Ahora vamos a hacer un resumen de las características que más influyen en el desarrollo de algoritmos eficientes.

BIG DATA

A las propiedades ya enunciadas en su momento de Volumen, Velocidad, Variedad, Valor, etc., hay que considerar las acciones que definen los algoritmos, que son los que generaran valor real para toma de decisiones eficientes, junto con los datos. Las nuevas plataformas digitales que conocemos, no sólo recolectan y almacenan los datos, sino que mediante los algoritmos realizan un procesamiento y análisis inteligente de los datos, para tomar las acciones idóneas a cada situación y línea de negocio.

INTERNET DE LAS COSAS

El ecosistema del Internet de las cosas, que incluye las cosas (u objetos), las comunicaciones, las aplicaciones y el análisis de datos. Los miles de millones de

objetos interconectados producen aún más muchas relaciones gestionadas, no sólo por los datos, sino y sobre todo por los algoritmos.

LA SEGURIDAD (CIBERSEGURIDAD)

Tanto *big data* como internet de las cosas influyen en la seguridad de los datos. Se trata de invertir en anticiparse a las acciones dañinas que puedan producirse sobre nuestros sistemas de procesamiento de datos; es preciso tomar un papel activo (anticiparse) en lugar de uno pasivo (prevención). Gartner, con ocasión de su simposium *SmarterWithGartner*, planteaba el nuevo papel del Universo Digital de la Seguridad⁹ formado por: la seguridad digital como gran superconjunto que a su vez se compone de la Ciberseguridad que deberá apoyarse en la Seguridad de IoT, Seguridad física, Seguridad de la información y el híbrido entre la Seguridad de IT (tecnologías de la información) y Seguridad OT (tecnologías operacionales), estas dos últimas, soportes de Industria 4.0, como vimos en el capítulo 1.



Figura 12.1. El nuevo rol en el universo digital de la seguridad.

Fuente: Gartner (2015).

<http://www.gartner.com/smarterwithgartner/how-the-internet-of-things-is-changing-cybersecurity/>

Gartner propone la necesaria incorporación de un nuevo rol profesional, el *Digital Risk Officer* (DRO), que gestionará el rol del universo digital. En el campo de los algoritmos, lo que propone Gartner es la necesidad de proporcionar algoritmos de confianza que sean a la vez seguros.

LOS ALGORITMOS COMO SERVICIO

El desarrollo de algoritmos ha dado lugar a un nuevo modelo de servicios (*AaaS*, *Algoritmos como Servicio*) al estilo de los modelos de la nube. Las empresas en la actualidad tienen a su disposición grandes volúmenes de datos y necesitan un algoritmo (en el fondo un programa de software) para su análisis y su aplicación en la toma de decisiones sobre cómo mejorar un servicio. De esta forma, las empresas —al igual que sucede con los servicios de la nube— en lugar de dedicar medios y personal para el desarrollo del algoritmo necesario, compra o alquila uno, e incluso cuando no se exigen grandes requisitos, también puede encontrarlo en forma gratuita. El algoritmo como servicio es útil para las empresas que toman sus decisiones basándose en datos.

La tarifa de pago del algoritmo depende de su uso, de las cantidades de ejecuciones (volumen de datos), la complejidad de algoritmos y los beneficios esperados. Aunque hay empresas que ofrecen servicios sin costo alguno, pero hasta un cierto límite de volumen de datos. Las empresas no necesitan dedicar recursos propios a la programación, diseño y prueba de algoritmos. Así, los servicios especializados en su creación ponen a disposición de organizaciones y empresas, las capacidades necesarias para resolver un problema específico que realiza un desarrollador en un software específico o en una plataforma para el desarrollo de otras aplicaciones. El servicio de algoritmos ofrece un software para una necesidad específica y está dirigido al usuario final.

RECOMENDACIONES DE USO DE UN SERVICIO DE ALGORITMOS

Cordero (2016) considera que se necesita un algoritmo para analizar la ingente cantidad de datos que tiene una empresa para tomar decisiones sobre cómo mejorar un servicio. Plantea el hecho real de que, en lugar de desarrollar el algoritmo, recurra a un servicio y pague una tarifa por su uso, igual que en la computación en la nube. Publicó un artículo muy interesante en el diario *El Financiero* de Costa Rica, sobre el uso de un servicio de algoritmos: “Si su empresa va a utilizar el servicio de algoritmos” recomienda¹⁰ los siguientes pasos:

«*Analice* la inversión según los recursos informáticos de la empresa para asegurarse de que se requiere el servicio y que los sistemas actuales pueden incorporar y ejecutar los algoritmos.

Diseñe los sistemas tecnológicos para identificar cómo incorporar los algoritmos. Los sistemas internos deben estar abiertos para que logren aprovechar estos nuevos recursos.

Empiece con un plan piloto donde pueda comprobar que los servicios de algoritmos cumplen las expectativas planteadas y los sistemas los incorporan sin problemas.

Firme un acuerdo de calidad de servicio, que garantice además la seguridad y privacidad de la información».

CASOS DE ESTUDIO DE ALGORITMOS

Los algoritmos existentes en la actualidad son innumerables y, de hecho, cálculos fiables consideran que superaran en número a las actuales *apps* de las tiendas de aplicaciones. Así podemos considerar algoritmos de productividad en la empresa como: análisis de texto y de lenguaje natural, detección de emociones en redes sociales, correos electrónicos, foros, mensajes o llamadas telefónicas, etc. De este modo, se pueden diseñar campañas de mercadeo (marketing) efectivas y se mejora la atención y la experiencia del cliente.

Existen también algoritmos para su uso en la vida diaria: análisis de imágenes (detección de fraudes), de rostros (vigilancia), de clientes (índice de abandono en procesos de compra, segmentación, ofertas de productos, patrones de consumo), para sectores como la industria, las estadísticas o actividades financieras. A continuación, se describen algunos algoritmos populares¹¹ utilizados en la vida diaria de las personas y las empresas.

- *Edge Rank* de Facebook. Algoritmo que influye en la visibilidad de las publicaciones en la página de inicio o en el muro de Facebook y afecta tanto a usuarios como a empresas. Su función es optimizar el listado de noticias en el muro del usuario y determina cuáles publicaciones aparecen y en qué orden. Asimismo, determina también a qué seguidores le aparecen las publicaciones de un usuario. Edgerank, entre otras cosas se encarga de predecir y filtrar el tipo de contenidos que recibimos de nuestros “amigos”. Si el lector se ha percatado de que nunca recibe ciertos contenidos de amigos que otros sí, es que Edgerank provocó su ausencia por medio de un cálculo de patrón previo.
- *PageRank* de Google. Es el algoritmo más conocido desde hace años. Permite rastrear millones de páginas web en milésimas de segundo para ofrecer al usuario las mejores soluciones en su pantalla en función de la búsqueda realizada. Un ejemplo lo ven a diario los usuarios de Google en un teléfono inteligente Android o iPhone; al conectarse a Google, y tras ver la ventana inicial y algunos datos, por ejemplo, de tiempo, le aparecen al usuario un listado de noticias de medios nacionales o internacionales, la mayoría de ellas relacionadas con su perfil de comportamiento en búsquedas de los últimos días o semanas, o bien con experiencias de compras, viajes, etc. Google revisa su algoritmo continuamente y cada vez

introduce nuevas mejoras que beneficien al usuario pero que, en muchas ocasiones, producen problemas a las empresas ya que les exige actualizaciones de sus aplicaciones.

- *Recomendaciones de Netflix*. Ofrece, según las preferencias de los clientes, nuevas series o películas que puedan ser de su agrado; sugiere nuevas series, películas o contenidos acordes con su perfil de comportamiento.
- *Recomendación de Amazon*, te mantiene *engaged* (comprometido/ocupado) dentro de su sitio web y después te incita a comprar, usando para ello sus recomendaciones.
- *Waze de Google*. La compañía israelí Waze —adquirida por Google en 2013— cuyo algoritmo proporciona a cada automóvil la ruta de tráfico más idónea para ahorro de tiempo y congestiones. Cambia los patrones de tráfico en tiempo real, en forma dinámica con el objetivo principal de proporcionar la mejor ruta para evitar tráfico, mejora de rutas, ahorro económico... Este algoritmo de Waze se ha comenzado a utilizar en grandes ciudades para diseñar sus propios sistemas de transporte.
- *Google AdWords*. Es la principal fuente de ingresos de la compañía. Se basa en el seguimiento del comportamiento del usuario, uso de las palabras, y las consultas de búsqueda para ofrecer publicidad contextual. Un fantástico algoritmo con el que se consigue esa entrañable sensación de que la publicidad te persigue.
- *Aplicaciones Fintech*. Las aplicaciones y empresas financieras conocidas como *fintech* utilizan algoritmos en sus áreas de servicios financieros para conseguir las mejores recomendaciones para usuarios personales o empresas.
- *Algoritmo consejero de administración*. La empresa de capital riesgo Deep Knowledge Venture ha “sentado” en el año 2014 en su Consejo de Administración a un algoritmo para que pueda decidir en la compra de participaciones o inversiones.
- *Chef Watson de IBM*. Crea platos únicos de gastronomía basándose en todos los ingredientes que existen en el planeta.
- *Algoritmos para negociar en el mercado de divisas*. Según *Expansión/WSJ*¹² “El porcentaje de operaciones de divisas que los bancos ejecutan con algoritmos ha aumentado enormemente”. “En 2014, las órdenes con algoritmos representaban no más del 10%-15% del volumen total de negociación del mercado de divisas; en 2015 el uso de los algoritmos ha aumentado notablemente debido a la supervisión ordenada por los gobiernos.” “Donde más se usan los algoritmos es en las operaciones basadas en el tipo de cambio que se fija cada día y que usan

las grandes gestoras de activos como tipo de referencia para las conversiones de divisas. Actualmente los algoritmos se usan para ejecutar aproximadamente el 90% de las órdenes realizadas al tipo de cambio fijo diario”.

- Otro algoritmo muy sobresaliente y de impacto en la industria y economía de algoritmos de numerosas empresas del mundo de los negocios digitales y del comercio electrónico es el de Amazon.

Algoritmo de Amazon. El algoritmo original¹³ de Amazon asocia cada producto comprado (o visitado) por un usuario con una lista de productos similares que se obtiene en función de los elementos que han sido adquiridos en un mismo pedido, añadidos a un carrito de compra o almacenados en una lista de deseos (*wish list*). El algoritmo se ha ido modificando y ahora incluye anuncios tales como: lista de libros [dispositivos] más vendidos. clientes que compraron este libro [producto] también compraron este o estos otros, qué otros productos compran estos clientes tras ver este producto...

TIENDAS DE ALGORITMOS

Comienzan a aparecer tiendas de algoritmos al estilo de las tiendas o almacenes de *apps* de dispositivos móviles como las de Apple y Google, al estilo de los servicios de aplicaciones en la nube y que ya hemos definido antes como *AaaS* (algoritmos como servicio).

Si una empresa tiene un gran volumen de datos y necesita un algoritmo (un programa de software) para realizar o mejorar un servicio, en lugar de desarrollarlo puede comprarlo o alquilarlo como un servicio en la nube. Los algoritmos se están volviendo cada vez más precisos y eficientes, y sus objetivos pueden ser muy variados. Ejemplos de aplicaciones usuales son: reconocimiento visual, procesamiento de audio y video, sistemas automáticos de recomendaciones, aprendizaje automático, traducciones automáticas, etcétera.

El precio de cada algoritmo dependerá de las llamadas a las API que el desarrollador realice a través de la plataforma de algoritmos situados en la nube. También, y al igual que sucede con las tiendas de *apps*, los desarrolladores que crean sus propios algoritmos los pueden poner a disposición de otros usuarios, bien en forma gratuita o mediante pago.

La tienda más reconocida y de mayor prestigio es **Algorithmia.com** que tiene un repositorio grande de algoritmos a disposición de empresas y usuarios personales en su plataforma, y también pone a disposición de los desarrolladores profesionales o aficionados la posibilidad de subir sus algoritmos a la plataforma cumpliendo los requisitos establecidos. Esta empresa ha sido desarrollada por el uruguayo Diego Oppenheimer, fundador del proyecto junto con Kenneth Daniel. Uno de los objetivos fundacionales de *Algorithmia* es: «permitir a desarrolladores

combinar y comercializar sus algoritmos haciéndolos accesibles al público a través de su tienda de Apps para algoritmos; desarrolladores en compañías, universidades y otras organizaciones pueden fácilmente encontrar, probar e implementar estos algoritmos accediendo a la API universal de Algorithmia».

Existen muchas otras tiendas de algoritmos que han emergido en estos últimos años y que buscan -esencialmente- captar talento algorítmico tanto académico de universidades y escuelas de negocios, como talento profesional en empresas especializadas en algoritmos de aprendizaje automático y aprendizaje profundo. Richard Waters, un columnista de *Financial Times*, ha publicado un artículo “Crowdsourced algorithms promise to next big thing”¹⁴ donde analiza el fenómeno de las tiendas de algoritmos y donde además de citar a Algorithmia -referencia obligada- menciona diferentes empresas que han emergido para aplicar el mismo enfoque del comercio o negocio algorítmico. Las empresas que cita y que hemos verificado son: Quantopian (quantopian.com), Numerai (numer.ai) y Quantiacs (quantiacs.com). Sus líneas de negocio que más destacan en sus sitios web, son algoritmos para los mercados financieros y aplicaciones fintech.

LA ÉTICA EN LOS ALGORITMOS

El desarrollo de algoritmos y la puesta a disposición de clientes particulares o empresas, entraña también problemas, dado que, en muchas ocasiones, se trabaja sin ningún código ético y se pueden proyectar malos hábitos o conductas como racismo, homofobia, discriminaciones, etcétera.

Es necesario que, al igual que sucede con los desarrollos de software, se requiera el cumplimiento de las normas éticas ordinarias y las conductas reguladas por las asociaciones internacionales de desarrollo de software como ACM, IEEE, ISACA, etc., y que deben ser de obligado cumplimiento.

Evidentemente el desarrollo de algoritmos dentro de la ya comentada economía de algoritmos planea muchos retos y oportunidades, y lógicamente también grandes riesgos éticos. Por ejemplo, en el caso de vehículos autónomos cuyo funcionamiento principal se basa en algoritmos, cómo se ha de contestar a preguntas del uso del vehículo autónomo, como puede ser el caso de un accidente. ¿Quién es el responsable? ¿El conductor autónomo, el automóvil, el programador, el algoritmo...? Cabe comentar el caso de los Estados Unidos, donde al parecer existe una norma reguladora, relativa al caso de los vehículos autónomos y que ha sido promovida por la NHTSA, organismo oficial que controla la seguridad de las carreteras del país, y que reconoce al sistema automático de conducción (de Google, en este caso concreto) como el conductor.

ECONOMÍA COLABORATIVA

Una de las tendencias de mayor impacto que están trayendo las tecnologías de la cuarta revolución industrial y en particular, los algoritmos de búsqueda de información y conocimiento, es la economía colaborativa. Datos estimados por la consultora PWC en 2016, prevén un mercado global potencial para la economía colaborativa de 570.000 millones de dólares para 2025.

La economía colaborativa es una de las grandes tendencias del milenio en la medida en que cambian la relación con los clientes, la manera de consumir y la de producir. Como modelo emergente que es, a medida que se expansiona, trae un gran número de controversias, incomprensiones de los modelos tradicionales, competencia desleal, grandes aceptaciones o grandes rechazos.

El informe *Conclusiones preliminares sobre los nuevos modelos de prestación de servicios y la economía colaborativa*, de la Comisión Nacional del Mercado de Valores (CNMV) de España, plantea que la economía colaborativa no sólo modifica la relación con el cliente, el modo de producir y el de consumir, sino también como compartimos activos, bienes o servicios, mediante intercambio monetario -o no- a través de la Red. La economía colaborativa proporciona nuevos negocios en Internet que interconectan clientes y proveedores para servicios muy diversos. Estimaciones fiables hablan de que la economía colaborativa facturará en 2025 unos 300.000 millones de euros, 10 veces más que en la actualidad.

Existen numerosas definiciones y tipos de economía colaborativa, aunque hay cierta unanimidad, en algunos criterios básicos: «Economía colaborativa es el sistema económico en el cual se comparten e intercambian bienes y servicios a través de plataformas digitales» (Casas 2017)¹⁵. Las plataformas colaborativas tienen su origen en las primeras plataformas **P2P** (*peer to peer*) nacidas en el año 1999 y como referente la primera y más popular, Napster.

Existen miles de plataformas colaborativas desplegadas por todo el mundo y dedicadas a la compartición de bienes y servicios en infinidad de sectores, aunque han sido los dedicados al transporte y al alojamiento, los que han impulsado la popularidad de esta nueva disciplina, y, en particular las plataformas Uber, Cabify para transporte y Airbnb para el sector de apartamentos privados y turísticos. Son casi innumerables las plataformas o aplicaciones en los servicios de alquiler de pisos, servicios de automóviles con o sin conductor, barcos, aviones, gastronomía, libros, ropas, joyas, bicicletas, intercambios en especies, etc. Numerosas empresas investigan sobre el coche o carro compartido, con y sin conductor, como Toyota, Volkswagen, Amazon. Igualmente existen plataformas de *crowdfunding*, *coworking*, conocimiento abierto, cocreación, etc.

¿QUÉ ES ECONOMÍA COLABORATIVA?

Existen numerosas definiciones de economía colaborativa y, en consecuencia, muchas respuestas posibles. Es un proceso en formación y evolución, y es difícil y complicado llegar a una definición clara. Hemos estudiado varias referencias e informes notables relacionados y publicados en 2016 y 2017 que pasaremos a describir.

Manuel Alonso y Adrián Miranda (2017: 45-66)¹⁶ autores de un libro de referencia sobre la empresa colaborativa y expertos en economía colaborativa, basándose en sus trabajos de investigación y en su experiencia profesional, definen economía colaborativa como:

Un modelo de relaciones y conjuntos de iniciativas basadas en redes horizontales con la participación de una comunidad y que tiene efectos en todos los ámbitos de la sociedad.

El nuevo modelo **CoCoMaFiGoSi** – creado por los autores- está en constante evolución, pero los citados autores engloban todas las iniciativas que pueden presentarse en seis bloques diferentes:

- **Consumo colaborativo.** Es el consumo que se lleva haciendo toda la vida, pero aprovechando las nuevas tecnologías y las redes P2P se consigue la conexión necesaria entre pares para que lleguen a buen fin. Citan cinco plataformas correspondientes a cinco sectores diferentes: Airbnb (alojamientos en todo el mundo); BlaBlaCar (transporte; basado en la confianza conecta a conductores y pasajeros); TaskRabbit (resolución de tareas que necesita un usuario); Etsy (mercado de todo el mundo que se conecta en línea y localmente para compra y venta productos únicos); Screenly (consumo de cultura mediante una plataforma basada en un algoritmo que calcula el número mínimo de espectadores para ofrecer visionado de películas, documentales, etc.)
- **Conocimiento abierto (*open knowledge*).** Abarca una serie de principios e iniciativas encaminadas al acceso libre a la información, la investigación y la producción de aprendizaje. Abarca actividades tales como: publicaciones científicas, software libre, contenido educativo abierto (plataformas MOOC).
- **Makers.** Producción colaborativa mediante herramientas y aplicaciones (RaspberryPi, Arduino, revista *Make*, Ma Makers).
- **Finanzas.** *Crowdfunding* (KickStarter, TransferWise), colaboración en el mundo de las divisas, nuevas modelos, criptomonedas basadas en *blockchain* (ver capítulo 15) tales como Bitcoin, Ethereum...
- **Gobierno abierto.** Las administraciones públicas deben ofrecer a los ciudadanos la información necesaria de la que disponen para conseguir

su confianza y ofrecerle buenas soluciones a sus preocupaciones y necesidades (Holacracy, FixMyStreet...).

- **Sistemas de intercambio de valores.** Los ciudadanos buscamos diferentes modos de intercambiar valor. (TIMERPUBLI, ADBdT).

Sectores de impacto de la economía colaborativa

Como ya se ha comentado anteriormente, los sectores de impacto de la economía colaborativa son muy numerosos y las plataformas colaborativas se contabilizan en miles de unidades tanto a nivel global como local y en los sectores más diversos. Una síntesis de los sectores más afectados y las plataformas más sobresalientes, extraídos de las referencias bibliográficas utilizadas de consulta, es la siguiente.

Transporte público

Este sector recoge el mayor número de plataformas populares y que han adquirido mayor notoriedad, lideradas por Uber.

Uber. Servicio profesional de transporte. Ofrece diferentes servicios de conductor con mayor o menor especialización: UberX, Taxi, Black, SUV, LUX, Uber Pop (servicio muy polémico por el cumplimiento de requisitos de regulación dependiendo del país donde se establezca).

BlaBlaCar. Es una plataforma de compartición de gastos de transporte.

Cabify. Empresa de servicios profesionales de transporte tanto a particulares como empresas – normalmente vehículos de alta gama (Mercedes, Audi, BMW...) con chofer profesional.

Servicios de contacto de intermediación entre profesionales y clientes: EasyTaxi, MyTaxi, Hailo.

Avancar. Empresa de compartición de automóviles (carsharing) global.

Sector Inmobiliario

Coworking. Compartición de espacios de oficinas, salas de reuniones... CoworkingSpain, CoworkingON, Copas.

Compartición de plazas de garajes. En España, Parkfy, Wayra, AparcaYa, Aparcalia.

Sector financiero

Crowdfunding. Aportación de recursos monetarios/no monetarios para el desarrollo de una iniciativa privada. Plataformas Kickstarter, Gotea, Verkami, Crowdfundre, Bihoop.

Divisas. Transferencias, Cambios de divisas, nuevas monedas físicas y virtuales, Criptomonedas, Blockchain, Fintech, envío de dinero (transferwise).

Turismo y ocio

AirBnb. Referente mundial en alojamiento.

BeMate. Alojamiento colaborativo, viajes, hoteles, apartamentos.

Hundredrroms. Metabuscador global de apartamentos y casas de vacaciones

Educación

Blabelia. Idiomas

Erasmus. Página web que ayuda a los estudiantes de Erasmus

Tutellus. Plataforma colaborativa de gran difusión en el mundo hispano.

Plataformas MOOC (Massive Open Online Courses). Coursera, edX, MiriadaX, Udacity

Sahring Academy. Una academia de iniciativa privada con gran penetración a nivel mundial.

Khan Academy. Iniciativa privada sin ánimo de lucro con gran número de ofertas y opciones.

LA REGULACIÓN NORMATIVA DE LA ECONOMÍA COLABORATIVA

La economía colaborativa ha traído nuevos modelos de negocio con grandes oportunidades para las empresas, los trabajadores y los gobiernos. Sin embargo, también ha traído consigo grandes retos de regulación en el marco regulatorio del funcionamiento de las nuevas empresas colaborativas, en el marco de los impuestos y en el marco del empleo, además claro del cumplimiento de las normativas legales de privacidad y protección de datos¹⁷.

La situación ha dependido y depende de cada estado, por lo que la situación en Estados Unidos, Méjico, Gran Bretaña, Francia, España ha sido y es diferente, y cada estado considera su regulación de acuerdo a sus normativas legales.

AGENDA EUROPEA PARA LA ECONOMÍA COLABORATIVA

Con el objetivo de dar a conocer su posicionamiento sobre la economía colaborativa, la Comisión Europea publicó el 2 de junio de 2016 un primer informe *An European agenda for the collaborative economy*⁴⁸. El informe

comienza reconociendo que la economía colaborativa está creciendo rápidamente y que los nuevos modelos de negocio crean incertidumbre en los operadores tradicionales, nuevos proveedores de servicios y consumidores, pero a la vez los nuevos modelos de negocio suponen una contribución importante a la innovación, empleo y al crecimiento de la Unión Europea por lo cual alienta a su desarrollo de un modo responsable.

El informe se publicó a modo de una guía legal para aconsejar a los consumidores, los negocios y las autoridades públicas con normas y directrices a los países miembros sobre cómo afrontar el reto de la economía colaborativa. Sin embargo, la Comisión Europea se posiciona claramente a favor de impulsar plataformas colaborativas [como Uber, BlaBlaCar o Airbnb]. Las prohibiciones de este tipo de actividades deben ser solo una medida de último recurso, dice la UE. Una economía europea competitiva requiere innovación por lo que se ha de crear un marco regulatorio que permita desarrollarse a los nuevos modelos de negocio, proteger a los consumidores y asegurar políticas impositivas y de empleo justo.

La Comisión Europea recomienda que, en vez de prohibir totalmente la innovación asociada a la economía colaborativa, se deberían llevar a cabo formas de asociación entre estas nuevas empresas y los gobiernos, a fin de lograr su regulación y permitir su funcionamiento. De esta forma la oferta sería variada y mejor, a favor de los consumidores y la innovación en general.

La CE trata de afrontar en su estudio, los tres frentes vitales de la economía: el marco regulatorio para permitir (o no) el funcionamiento de servicios de economía colaborativa, el marco impositivo y el del empleo. El periódico *El Confidencial*¹⁹ (de España) realizó un amplio dossier sobre el informe de la Comisión Europea, cuya lectura recomendamos.

El 22 de diciembre de 2016, la Comisión Europea ya dio forma de Proyecto al informe preliminar sobre la creación de una *Agenda Europea para la Economía Colaborativa*. La economía colaborativa en la Unión Europea, en base al informe preliminar de junio del mismo año, ya propone un **proyecto de informe**²⁰ sobre la creación de una *Agenda Europea para la Economía Colaborativa*. En el proyecto ya se destaca la necesidad de considerar la economía colaborativa no solo como un modelo empresarial, sino también como una nueva forma de integración de la economía y la sociedad capaz de imbricar las relaciones económicas en el entramado social y crear nuevos modelos comunitarios.

BLOCKCHAIN(CADENA DE BLOQUES)

La tecnología *blockchain* (cadena de bloques) es el soporte de las criptomonedas, y de modo muy especial, la moneda *bitcoin*. Su despertar como tecnología innovadora y disruptiva comenzó a finales de 2016 (aunque su nacimiento, 2009, es anterior, incluso, al despegue de *bitcoin*) y es en 2017,

cuando su impacto está llegando no solo a los medios de comunicación, sino y sobre todo, a numerosos sectores industriales, económicos y sociales.

Es difícil encontrar una definición común a *blockchain* pero dado que sus primeras aplicaciones comerciales han llegado al sector financiero, vamos a decantarnos en primer lugar por una definición dada en una publicación del banco español BBVA²¹.

«Blockchain es una contabilidad pública entre pares que se mantiene mediante una red de computadores y que no requiere ninguna autoridad central ni terceras partes que actúen como intermediarios».

De acuerdo con la definición el documento del BBVA considera que blockchain consta de tres componentes fundamentales:

- una transacción
- un registro de transacciones y
- un sistema que verifica y almacena la transacción.

Los bloques se generan a través de *software* de código abierto y registran la información sobre cuándo y en qué secuencia ha tenido lugar la transacción. Este "bloque" almacena cronológicamente información de todas las transacciones que tienen lugar en la cadena, de ahí el nombre de cadena de bloques o *blockchain*.

Un *blockchain* o cadena de bloques, se conoce también como libro de contabilidad distribuido (*distributed ledger*). En esencia, es una base de datos distribuida que registra bloques de información y los enlaza mediante apuntadores aleatorios para facilitar la recuperación posterior de la información y verificar que no se han modificado.

Blockchain, es una base de datos distribuida formada por cadenas de bloques diseñadas para evitar su modificación una vez creadas. Es un protocolo o combinación de tecnologías que actúan conjuntamente;

- Red P2P
- Criptografía
- Sellado de tiempo (*time stamping*)

La combinación de estas tecnologías permite construir un registro de hechos digitales, operaciones o bloques de información, distribuido, compartido y sincronizado entre muchos computadores y cuyo contenido no puede deshacerse, modificarse o alterarse sin el consenso de todos los participantes de esa red. Esta combinación de tecnologías también hace a las redes más seguras, transparentes y confiables sin necesidad de intermediarios.

Los archivos o bloques de información no se guardan en una base de datos ni en un servidor centralizado, como ocurre en bases de datos tradicionales, sino

que se reparten en los computadores de todos los usuarios de la red que pertenecen a esa cadena de bloques. Una vez que se encapsula el dato en un bloque, éste es inmutable y es visible para todos los usuarios que están en la misma cadena, por lo que nadie puede cambiar esa información sin la intervención de todos los participantes de dicha cadena

Las comunicaciones y transacciones entre computadores se encriptan (cifran) e incluyen un sello de tiempo, en fracciones de segundo, para evitar que puedan hacerse dos operaciones iguales a la vez, tales como hacer dos pagos con el mismo dinero o que dos personas compren un mismo objeto. El sellado de tiempo detecta la primera transmisión y la segunda se rechaza.

La cadena de bloques, es una especie de registro de transacciones que, en lugar, de guardarse en una base de datos única, se comparte con todos los usuarios de la red para que todos ellos autentifiquen que esos datos son válidos. En la práctica, *blockchain* es un registro contable distribuido y digital que ofrece un gran nivel de seguridad y confidencialidad a las transacciones financieras. Esta cadena de bloques está vinculada a las tecnologías de registro distribuido (*distributed ledger technologies*) muy diferente al funcionamiento de las tradicionales bases de datos y garantizan la seguridad de los datos contenidos en la cadena de bloques.

Las propiedades fundamentales del funcionamiento de las cadenas de bloques son:

- Sistema descentralizado (no se requiere una entidad central de confianza).
- Tecnología abierta (cualquier usuario puede hacer uso del sistema con solo descargarse el software; a partir del registro se pueden realizar transacciones con *criptomonedas* y acceder a los datos registrados en su cadena de bloques).
- Sistema distribuido (reglas claras y consenso sobre la validez de las transacciones y el estado de la cadena de bloques).
- Segura (verificación criptográfica)
- Privacidad, autenticación y rapidez

Por todas estas propiedades, una de las características más significativas de la cadena de bloques es la reducción significativa de costes, al permitir interactuar y hacer transacciones sin intermediarios, por lo que se simplifican los procesos, y se abaratan.

Blockchain permite realizar transacciones de cualquier tipo de forma fiable y segura sin necesidad de que haya un intermediario, facilitando un registro de datos inalterable y descentralizado en redes P2P (seudoanónimas). La cadena de bloques es una tecnología con un enorme potencial ya que simplifica procesos, reduce costes y elimina intermediarios.

EL ALGORITMO DE *BLOCKCHAIN*

Cuando se une un usuario a la red, el contenido no se sube a los servidores centralizados de una empresa (o a la nube) sino que el archivo se trocea y se reparte mediante un algoritmo (similar al caso de los clústeres de servidores de Hadoop de *big data*) en diversos computadores y cuando se desea descargar, se recupera desde dichos computadores.

El algoritmo de *blockchain* es un algoritmo de cifrado o encriptación que se desarrolló, específicamente, para el sistema *bitcoin*, pero que se puede aplicar a cualquier otro caso donde requiera establecer un consenso distribuido. Los algoritmos criptográficos permiten que una base de datos descentralizada y distribuida entre diferentes participantes ofrezca unos niveles muy elevados de seguridad y privacidad para sus usuarios.

Cada vez que se ejecuta una operación, los algoritmos de encriptación forman una cadena de bloques interconectados que no se pueden manipular sin la intervención de los otros agentes.

APLICACIONES DE LAS TECNOLOGÍAS *BLOCKCHAIN*

La tecnología de cadenas de bloques tiene un potencial enorme por las razones antes enunciadas de simplificación de procesos, reducción de costes, eliminación de intermediarios y la gran seguridad que ofrece a las transferencias de datos. El sector financiero es el más rápido que se ha lanzado a investigar los posibles usos del *blockchain*, pero los expertos y empresas especializadas en la tecnología consideran que será útil en todos los sectores y se acabará imponiendo en todos los negocios digitales. Existen en la actualidad un gran número de empresas que utilizan tecnologías de *blockchain* además de las aplicaciones financieras (*fintech*) como en la banca, donde numerosos bancos de diferentes países están investigando en ellas, como es el caso de los bancos Santander, BBVA o Caixa Bank, en España o Bancolombia en Colombia. Además del sector financiero donde su aplicación ha sido pionera, numerosas empresas ya utilizan la tecnología. Algunos sectores con casos de éxito son:

- Contratos inteligentes (*smart contracts*). Realización de contratos entre partes sin necesidad de un intermediario o tercera parte, como es usual.
- Empresas de alquiler de automóviles, para realizar el seguimiento de los vehículos.
- Seguimiento de joyas, obras de arte, diamantes... para realizar el seguimiento de los dispositivos asegurados.

- Redes colaborativas de aseguradoras, banca, compañías eléctricas, estaciones de servicio de combustibles, recarga de coches (carros) eléctricos..., y la automatización de los pagos.
- Colaboración con las empresas eléctricas para pagar la recarga de un automóvil eléctrico sin necesidad de emplear una tarjeta de crédito. En las empresas de coches eléctricos como Car2Go (de la casa Daimler Benz), Emov (del grupo PSA, Citroën), etc., podrían tener una gran aplicación.
- Trazabilidad (seguimiento) de productos comercializados por agricultores, ganaderos, etc. para seguir el camino de frutas, hortalizas... hasta la llegada al consumidor final.
- Trazabilidad en los procesos de fabricación. El sistema hace posible la trazabilidad total de un producto fabricado en una factoría industrial, desde el proceso industrial del producto hasta que sale de la línea de producción y se envía a un distribuidor y un consumidor final lo compra.
- Realización de micropagos para eliminar las comisiones.
- En los sistemas de voto electrónico para el recuento de votos en elecciones. Los registros enviados a través de blockchain son inalterables por eso aportan seguridad y confianza a cualquier intercambio y envío de votos de las mesas electorales.

EL BLOCKCHAIN EN INDUSTRIA 4.0

En el sector industrial, las tecnologías *blockchain* tienen una gran aplicación en el despliegue de la Industria 4.0. La mayoría de las industrias, automotriz, aviación, pesquera, farmacéutica, armamentística... ofrecen grandes oportunidades para las aplicaciones de tecnologías de cadenas de bloques.

Una de las grandes aplicaciones de la tecnología es la trazabilidad total de una pieza industrial. El sistema permite la **trazabilidad total de un producto**, desde que se fabrica hasta que lo compra un consumidor final. Grandes fabricantes como Aribus, Daimler o Siemens, han comenzado a trabajar en la trazabilidad de las piezas a lo largo de todo su ciclo de vida. Así en un proceso de fabricación en una planta industrial, se sigue el ciclo de vida de un producto mientras se está fabricando el producto en el interior de la planta, pero las empresas industriales necesitan seguir la traza del producto desde que éste sale de la planta camino del distribuidor para su venta al consumidor final. Las empresas industriales pueden solicitar a los proveedores que registren en *blockchain* el código de cada pieza y le añadan todos los datos asociados a dicha pieza, así como a las modificaciones que hubiera lugar durante todo el proceso de actualización o mantenimiento de la pieza.

RESUMEN

El capítulo se centra la primera parte en el estudio de algoritmos utilizados en el mundo de los negocios y el desarrollo de la economía de algoritmos. Se describen los siguientes conceptos:

- Definición y conceptos básicos de algoritmos.
- El algoritmo como modelo de negocio en la economía digital.
- La economía de algoritmos, un nuevo motor de la economía y, en particular, de la economía digital, que tendrá gran impacto en la industria y en la empresa.
- Aplicaciones de algoritmos en sectores de la empresa y en medios sociales.
- El nuevo modelo de servicios en la nube AaaS (algoritmos como servicio).
- Revisar unas recomendaciones prácticas en el uso de un servicio de algoritmos.
- Concepto y desarrollo de tiendas de algoritmos. El caso de Algorithmia.
- La necesaria utilización de la ética en los algoritmos.

En la segunda parte del capítulo se estudia la economía colaborativa, una de las tendencias de mayor impacto que están trayendo las tecnologías de la cuarta revolución industrial y en particular, los algoritmos de búsqueda de información y conocimiento.

- La definición de referencia que hemos utilizado (Alonso y Miranda, 2017) definen economía colaborativa como: *Un modelo de relaciones y conjuntos de iniciativas basadas en redes horizontales con la participación de una comunidad y que tiene efectos en todos los ámbitos de la sociedad.*

El modelo de economía colaborativa se apoya esencialmente en los siguientes bloques temáticos:

- Consumo colaborativo
- Conocimiento abierto (*open knowledge*). (plataformas MOOC).
- *Makers*.
- Finanzas. *Crowdfunding*
- Gobierno abierto.
- Sistemas de intercambio de valores

La economía colaborativa ha traído nuevos modelos de negocio con grandes oportunidades para las empresas, los trabajadores y los gobiernos, pero también grandes retos de regulación en el marco regulatorio del funcionamiento de las nuevas empresas colaborativas,

La Unión Europea lanzó a finales del año 2016 para un proyecto de informe sobre la creación de una *Agenda Europea para la Economía Colaborativa*.

La tercera parte del capítulo se dedica a una introducción a la tecnología *blockchain* (cadena de bloques), una de las innovaciones tecnológicas disruptivas que potenciarán el despliegue de la Industria 4.0. Si bien no estaba contemplada en las tecnologías facilitadoras de Industria 4.0 y la cuarta revolución industrial, si es cierto que sus fundamentos técnicos si estaban presentes, dado que soportan la *criptomonedas* digital *bitcoin* que si lleva bastantes años en el mercado.

Numerosas fuentes y gurús de reconocido prestigio en el campo económico, industrial y social, consideran que la tecnología *blockchain* puede llegar a tener un impacto como lo tuvo Internet y la Web, a principios de los 90, impacto que sigue vigente hoy día.

Las tecnologías de cadena de bloques es una combinación de tecnologías de registro de datos que actúan como una base de datos distribuida que se apoya, a su vez, en tres grandes tecnologías: Redes P2P “igual a igual”, Criptografía y sellado de tiempo (*time stamping*).

Las cadenas de bloques son muy seguras, transparentes y confiables sin necesidad de intermediarios. Sus grandes ventajas en la transmisión de datos son la seguridad, privacidad autenticación y rapidez.

En el sector industrial se convertirán en una de las tecnologías más disruptivas de la industria 4.0 y la fabricación inteligente. Una de su aplicación más notable es la posibilidad de realizar la trazabilidad total de un producto, desde que se fabrica hasta un consumidor final compra dicho producto.

El *blockchain* añade seguridad y eficiencia a un gran número de transferencia de información y está abriendo nuevos modelos de negocio no solo para el sector industrial sino en muchos otros sectores como los negocios digitales, el sector de la salud, el sector farmacéutico, el sector agrícola y pesquero, etc.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, Manuel y MIRANDA, Adrián (2017). *La empresa colaborativa. La nueva revolución económica*. Madrid: Pearson.
- BBVA (2014). *Reinventar la empresa en la era digital*. Madrid: OpenMind. BBVA.

- **BBVA**, *ebook Tecnología Blockchain*. Serie Fintech. BBVA Innovation Center. www.centrodeinnovacionbbva.com
<http://www.centrodeinnovacionbbva.com/ebook/ebook-tecnologia-blockchain>
- **CHISHTI**, Susanne y **BARBERIS**, Janos (eds.) (2017), *El futuro es FINTECH*. Barcelona: Ediciones DEUSTO.
- **COIT** (2016). *Informe sobre Economía Colaborativa*. Coordinador José María García Orois. Madrid: COIT y AEIT. [en línea] www.coit.es/informes/informe-sobre-economia-colaborativa/acceso-al-informe.
- **GARCÍA Vega**, Miguel Ángel (2016). «Los algoritmos se apoderan de la economía», *El País*, 2 de octubre 2016. Excelente artículo y dossier sobre algoritmos.
- **HARARI**, Yuval Noah (2016). *Homo Deus. Breve historia del mañana*. Barcelona: Debate.
- **KARP**, Nathaniel. *Tecnología de cadena de bloques (blockchain): la última disrupción en el sistema financiero*. BBVA Research. 14 de julio, 2015. [en línea] https://www.bbvaresearch.com/wp-content/uploads/2015/07/150714_US_EW_BlockchainTechnology_esp.pdf
- **JOYANES**, Luis (2014). *Fundamentos de programación*. 4a. ed. Madrid: McGraw-Hill.
- **JOYANES**, Luis y **ZAHONERO**, Ignacio (2004). *Algoritmos y estructura de datos*. Madrid: McGraw-Hill.
- **O'NEIL**, Cathy (2016). *Weapons of Math Destruction. How Big Data increases inequality and threatens democracy*. Crown Random House. [en línea] www.weaponsofmathmdestructionbook.com
- **OPAL**. Open Algorithms, OPAL Project. [en línea] www.opalproject.org
- **PREUKSCHAT**, Alex, (coordinador) (2017). *Blockchain. La revolución industrial de Internet*. Barcelona: Ediciones Deusto
- **RIUS**, Mayte, «El abecé del BLOCKCHAIN». *La Vanguardia*, Sección Tendencias, 16 de abril, 2017, pp. 36-37. [en línea] <http://www.lavanguardia.com/vida/20170416/421718672483/el-abece-del.html>
- **SCHWAB**, Klaus (2016). *La cuarta revolución industrial*. Barcelona: DEBATE.

- **SHARING** España y **Adigital** (2017). Estudio “*Plataformas intermediarias de la economía colaborativa, bajo demanda y de acceso*”. Madrid: Sharing España y Asociación Española de Economía Digital (Adigital).
- **SLEE**, Tom (2016). *Lo tuyo es mío. Contra la economía colaborativa*. Barcelona: Taurus
- **TAPSCOTT**, Don y **TAPSCOTT**, Alex (2017). *La revolución blockchain. Descubre como esta nueva tecnología transformará la economía global*, Barcelona: Ediciones D

NOTAS:

¹ Yuval Noah Harari en *El Confidencial*. Entrevista de Esteban Hernández, 14 de octubre, 2016. [en línea] http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2016-10-14/harari-poder-control-algoritmo-elite-salud_1274660/ [consultado 20 de octubre, 2016]

² Yuval Noah Harari. *Homo Deus. Breve historia del mañana*. Barcelona: Debate, 2016.

³ Un grupo de investigadores del Instituto de Investigación en Inteligencia Artificial (IIIA) de la Universidad de Barcelona han desarrollado y puesto en marcha la plataforma *Wwowwww* que utiliza un algoritmo de recomendación para la compra en línea como una nueva experiencia de cliente. En la actualidad es una plataforma de comercio electrónico.

⁴ Steve Prentice, vicepresidente de Gartner. Los algoritmos están redefiniendo la arquitectura de los negocios. <http://www.computerworld.es/tendencias/los-algoritmos-estan-redefiniendo-la-arquitectura-de-los-negocios>

⁵ *Ibid.* Steve Prentice, Gartner.

⁶ Peter Sondergaard, Gartner. *The Arrival of Algorithmic Business* <http://www.gartner.com/smarterwithgartner/the-arrival-of-algorithmic-business/>

⁷ Pablo González, socio de Deloitte, en declaraciones a *El País*. M. A. García Vega. “Los algoritmos se apoderan de la economía” http://economia.elpais.com/economia/2016/09/29/actualidad/1475140496_333884.html

⁸ *Diego Openheimer. How The Algorithm Economy And Containers Are Changing The Apps.* <http://www.kdnuggets.com/2016/02/how-algorithm-economy-containers-are-changing-apps.html>

⁹ *Miguel Angel Morcuende: La economía de los algoritmos. [en línea]* <https://www.linkedin.com/pulse/la-economía-de-los-algoritmos-miguel-angel-morcuende>. 15 de diciembre, 2015. Última visita, 7 de abril, 2017

¹⁰ *Carlos Cordero. Alquile algoritmos para el análisis de datos y la mejora de servicios.* http://www.elfinancierocr.com/tecnologia/Telefonica-Timbergrove-UCenfotec-Ulakit-algoritmo-cloud-datos_0_1002499754.html, 30 de julio, 2016.

¹¹ *George Dvorsk, publicó en 2014 un artículo que se ha hecho viral: The 10 Algorithms That Dominate Our World, donde destacaba las características esenciales de diez algoritmos de impacto que había seleccionado en ese momento sobre los algoritmos más populares en diversos sectores. [en línea]* <http://io9.gizmodo.com/the-10-algorithms-that-dominate-our-world-1580110464>

¹² *Chiara Albanese. "Algoritmos para negociar en el mercado de divisas". Expansión/WSJ.* <http://www.expansion.com/mercados/2015/10/11/561a7613268e3e787b8b464c.html>

¹³ *Greg Linden, Bren Smith y Jeremy York. Amazon.com Recommendations. Item-to-Item Collaborative Filtering. IEEE Internet Computing. IEEE Computer Society. Enero-febrero, 2003. pp. 76-80. [en línea]* <https://www.cs.umd.edu/~samir/498/Amazon-Recommendations.pdf>

¹⁴ *Richard Waters. "Crowdsourced algorithms promise to be next big thing". Financial Times, Friday 24 March 2017. p. 16.*

¹⁵ *Joan B. Casas. ¿Cómo se ha de regular la economía colaborativa? Mundo Empresarial, 2ºT, 2017. Editorial Komunica Kit, monempresarial.com/es, 2017.*

¹⁶ *Manuel Alonso y Adrián Miranda. La empresa colaborativa. La nueva revolución económica. Madrid: Pearson, 2017.*

¹⁷ *Jaume Esteve y Manuel Ángel Méndez. Informe de la UE sobre economía colaborativa. 2 de junio, 2016. [en línea]* http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2016-06-02/economia-colaborativa-uber-airbnb-cabify-taxi_1210018/

¹⁸ http://europa.eu/rapid/press-release_IP-16-2001_en.htm?utm_campaign=SMEs+H2020&utm_source=twitterfeed&utm_medium=twitter

¹⁹Jaume Esteve y Miguel Ángel Méndez. *Informe de la UE sobre economía colaborativa*, en *El Economista*, 2 de junio 2016. http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2016-06-02/economia-colaborativa-uber-airbnb-cabify-taxi_1210018/

²⁰Nicola Danti (ponente): *PROYECTO DE INFORME sobre una Agenda europea para la economía colaborativa*. COM (2016)0356 - (2016/0000(INI)). [en línea] http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2014_2019/plmrep/COMMITTEES/IMCO/PR/2017/03-20/1113122ES.pdf

²¹BBVA Innovation Center. *Ebook. Tecnología Blockchain*. Centro de Innovación BBVA, 2016. <http://www.centrodeinnovacionbbva.com/ebook/ebook-tecnologia-blockchain>

CAPÍTULO 13

CIENCIA DE DATOS Y CIENTÍFICOS DE DATOS

La **ciencia de datos** es una disciplina que se encarga de la extracción de conocimiento a partir de los datos. El **científico de datos** es aquella persona que practica la ciencia de datos y cuya misión es extraer conocimiento de los datos disponibles y transmitir los resultados a los directivos de las organizaciones y empresas con el objetivo de ayuda en la toma de decisiones y que ésta se eficaz y eficiente.

El científico de datos es un profesional que debe dominar las matemáticas y estadística junto con altos conocimientos de algoritmos y programación (lenguajes tradicionales como C/C++, Java, Javascript, SQL o los más especializados en estadística y aprendizaje automático como R, Python, Scala o Julia), analítica y técnicas avanzadas de ciencias de la computación, y es recomendable también tener conocimientos de otras disciplinas como negocios, finanzas o salud.

En el capítulo se realiza un estudio detallado de ciencia de datos junto con el papel del científico de datos. Asimismo, se hace un análisis de las herramientas más utilizadas en esta disciplina y que debe conocer en profundidad el científico de datos. Se describe también las etapas comunes de un sistema de ciencia de datos.

DEFINICIÓN DE CIENCIA DE DATOS

La evolución de la **ciencia de datos** (*data science*) tiene sus orígenes al final de la primera década del siglo XXI, y aunque existen muchas teorías sobre su nacimiento, parece que hay cierto acuerdo en que primero se popularizó el término *científico de datos* (*data scientist*) como un rol profesional, aunque lógicamente el término *ciencia de datos* se llevaba utilizando desde años atrás.

Ciencia de datos es una ciencia multidisciplinar, y aquí sí que hay cierta unanimidad en considerar el diagrama de Venn, creado por Drew Conway¹ (*The Data Science Venn Diagram*) (Figura 13.1) como la definición más empleada de *Data Science* y que por suerte su autor dejó de libre uso con licencia Creative Commons. Drew Conway es un importante científico de datos estadounidense que en 2010 hizo una representación gráfica de las disciplinas o áreas que comprenden la Ciencia de Datos utilizando un diagrama de Venn. Las tres disciplinas esenciales que conforman la Ciencia de Datos son: **estadística y matemáticas** (*Math & Statistics Knowledge*) ; **informática y computación** (*Hacking Skills*); **conocimiento del dominio o experiencia en el entorno** (*Substantive Expertise*) como puede ser el conocimiento que se debe tener, del entorno, por ejemplo, sobre la gerencia, la publicidad o los recursos humanos. Por lo tanto, para que una persona desempeñe el perfil de **científico de datos** (experto en ciencia de datos), Conway considera debe ser capaz de desempeñar estas tres actividades y competencias:

- Habilidades informáticas de *hacking* (experto programador “*hacker*”)
- Dominio de las matemáticas y estadística
- Experiencia comprobada en el entorno (conocimiento del dominio – experiencia sustantiva)

Habilidades informáticas (*Hacking Skills*): La mayoría de los datos procederán de fuentes heterogéneas de datos; en consecuencia, deberá tener las habilidades necesarias para poder extraer, ordenar, procesar, analizar y visualizar estos datos. Debe crear los algoritmos necesarios utilizando distintos lenguajes de programación para cada caso concreto.

Estadística y matemáticas (*Math and Statistics Knowledge*): Una vez extraídos los datos, el científico de datos deberá tener los conocimientos matemáticos necesarios para poder interpretarlos y procesarlos mediante las herramientas más adecuadas. La formación matemática es de gran importancia en la ciencia de datos.

Experiencia del entorno (*Substantive Expertise*): Para poder diseñar y desarrollar el análisis masivo de datos a diferentes casos de uso y aplicación, es necesario conocer el contexto. El científico de datos debe tener un alto conocimiento del entorno que le motive a plantear nuevos escenarios y crear nuevas hipótesis en

las que trabajar, siempre cuidando la calidad de los datos, todo ello con la intención de obtener resultados que terminen incrementando el conocimiento del área de trabajo. Es de gran importancia el conocimiento del dominio de la ciencia de datos.

Además del conocimiento de las disciplinas anteriores, Conway también plantea la confluencia de otras áreas. En la ciencia de datos confluyen también el aprendizaje automático, la investigación tradicional y una tercera materia relacionada con las habilidades y conocimientos de *hacking*, que ya el mismo autor consideraba era una zona importante, pero de peligro o de incertidumbre.

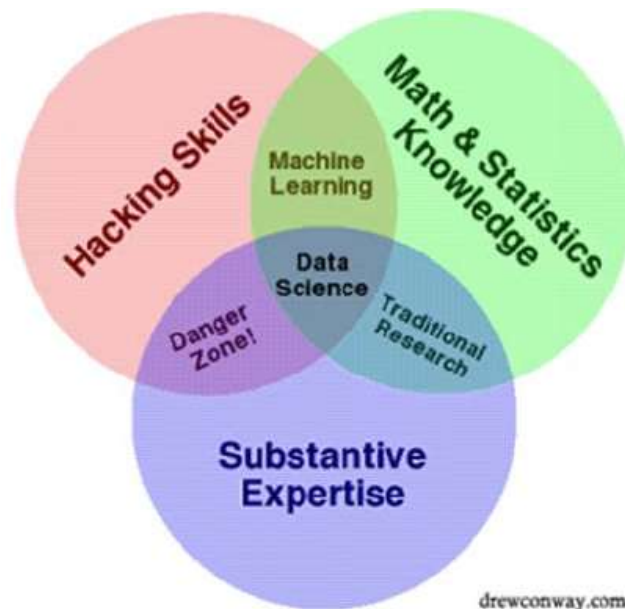


Figura 13.1. Disciplinas de la ciencia de datos (en inglés). (licencia Creative Commons). 2010.

Fuente: Drew Conway. <http://drewconway.com/zia/2013/3/26/the-data-science-venn-diagram>

Como se ilustra en el diagrama de Venn, el científico de datos debe ser competente en las 3 áreas básicas descritas anteriormente. Si no se tiene habilidad en alguna de estas áreas, entonces no se considera que estamos hablando de ciencia de datos.

- **Aprendizaje automático:** El conocimiento de algoritmos de aprendizaje automático permitirá obtener resultados adecuados a los objetivos previstos.
- **Investigación tradicional:** La diferencia entre el científico tradicional y el científico de datos, radica en gran parte en las habilidades informáticas

y conocimientos de lenguajes de programación que debe tener el científico de datos que le permitirán poder manejar mucha más información y procesarla más rápidamente.

- **Zona comprometida, zona de incertidumbre o zona de peligro.** Un científico de datos que -por ejemplo- no tenga destreza en los campos de la estadística y matemáticas aunque tenga conocimiento del entorno y habilidades informáticas así como de aprendizaje automático, es probable que procese los datos incorrectamente o los interprete de forma inadecuada y los resultados de la investigación pueden no tener validez, lo que implicará obtener unas conclusiones erróneas, que incluso podrían perjudicar a futuros proyectos que se basaran en estos resultados incorrectos.

En resumen, la ciencia de datos, según el diagrama de Venn es multidisciplinar (matemáticas y estadística, programación “*hacking*”, experiencia de dominio) y debe cumplir también con las tres áreas de investigación tradicional, experiencia comprobada y un área de peligro o incertidumbre.

En la popular enciclopedia *Quora* donde prestigiosos profesionales e investigadores suelen escribir a modo de preguntas y respuestas (*What is?*), vienen un montón de definiciones y evolución del término Data Science² de diferentes autores, incluyendo el propio Conway y de lectura recomendada si se desea conocer el origen del término, incluso con nuevas definiciones aparte de las más antiguas de 2010.

DISCIPLINAS DE CIENCIA DE DATOS (EVOLUCIÓN DEL DIAGRAMA DE VENN DE CONWAY)

Las disciplinas originales de ciencia de datos, definidas en el año 2010 por Conway contempladas en su popular diagrama de Venn, han ido creciendo en cantidad y calidad a medida que las nuevas disciplinas iban llegando a las organizaciones y empresas, como ha sido el caso de *Big Data*, *Cloud Computing*, Analítica de datos, etc. Las definiciones de ciencias de datos y los roles de los científicos de datos, han ido evolucionando y en el año 2017, la ciencia de datos se ha convertido ya en una disciplina autónoma que como prueba de ello, han aparecido y se imparten cursos en numerosas maestrías, especializaciones y diplomados en Data Science tanto en universidades, como en institutos tecnológicos y politécnicos, y en escuelas de negocios con programas adaptados a las diferentes áreas de conocimiento reflejadas en las definiciones más

rigurosas y populares. La investigación en ciencia de datos también ha aumentado considerablemente en numerosos centros de investigación.

El portal **KDnuggetts** (www.kdnuggetts.com), una referencia mundial en *Analytics, Big Data, Data Mining, Data Science* y *Business Intelligence*, con una gran cantidad de documentación rigurosa y de prestigio científico, publicó en octubre de 2016, un excelente y muy completo artículo sobre la evolución de las definiciones más populares de *data science* desde la primera publicación de Drew Conway en 2010. El artículo “*Battle of the Data Science Venn Diagrams*”³ de David Taylor describe la evolución de los diferentes diagramas de Venn que se han ido publicando desde el citado 2010 de Conway. Hemos extraído en el apartado algunos de los modelos más referenciados en la literatura de *data science*, aunque existen otras fuentes que recordamos, tales como Quora, SearchDataCenter, Wikipedia, etc.

En 2012, Brendan Tierney⁴ publicó una infografía a modo de diagrama de Venn (Figura 13.2) donde definió de nuevo *la ciencia de datos como una nueva ciencia multidisciplinar* y apoyada en un conjunto de competencias profesionales exigibles al científico de datos tales como: dominio del conocimiento, comunicaciones, presentación, curiosidad (inquisición), resolución de problemas análisis del negocio, Las nuevas disciplinas que propone Tierney son:

- Estadística
- Visualizaciones
- Reconocimiento de patrones
- Neurocomputación
- Aprendizaje automático
- Inteligencia Artificial (AI)
- Procesamiento de datos y bases de datos
- KDD (descubrimiento del conocimiento en bases de datos)
- Minería de datos

Data Science Is Multidisciplinary

By Brendan Tierney, 2012

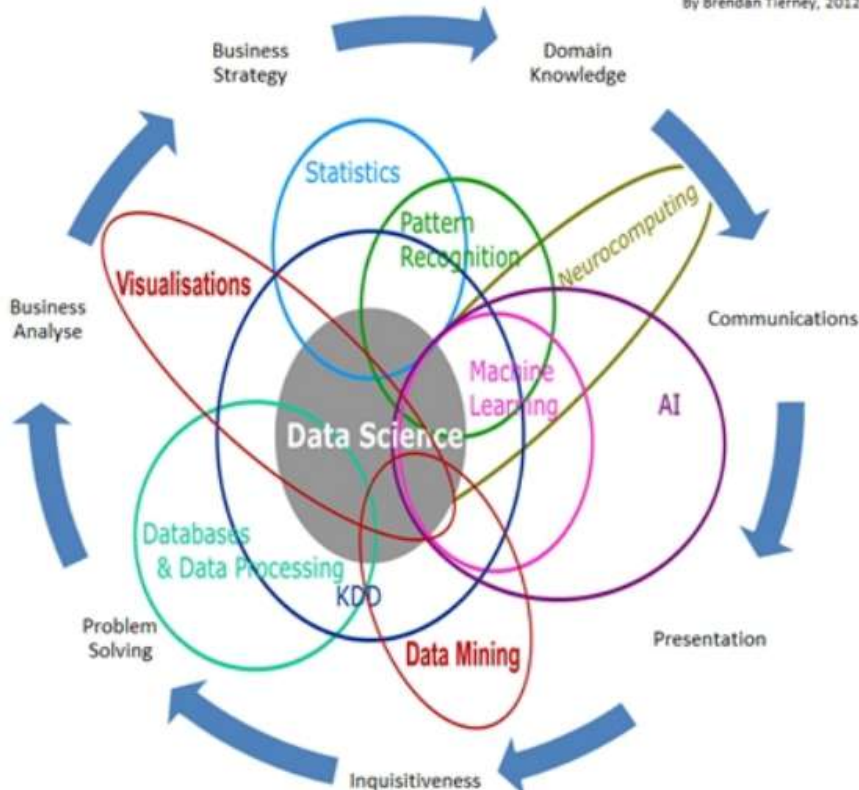


Figura 13.2. Diagrama de Venn de *Data Science* multidisciplinar (2012)

Fuente: Brendan Tierney - Oralytics Blog

En enero de 2014, Steven Geringer⁵ diseñó un nuevo diagrama de Venn al que denominó Diagrama de Venn de *Data Science 2.0*, y en la que ya considera la dificultad de definir *Data Science* y el término lo quita de la intersección, lo incluye como componente fundamental del diagrama y en la intersección inserta un unicornio (el mítico animal) para significar la complejidad de definir el término. Sustituye la habilidad de “*hacker*” por una disciplina más universal *Computer Science* (informática, ciencia de computadoras) y sustituye la zona de peligro o de incertidumbre, por el software tradicional al mismo nivel que la investigación tradicional que consideraba en la versión 1.0

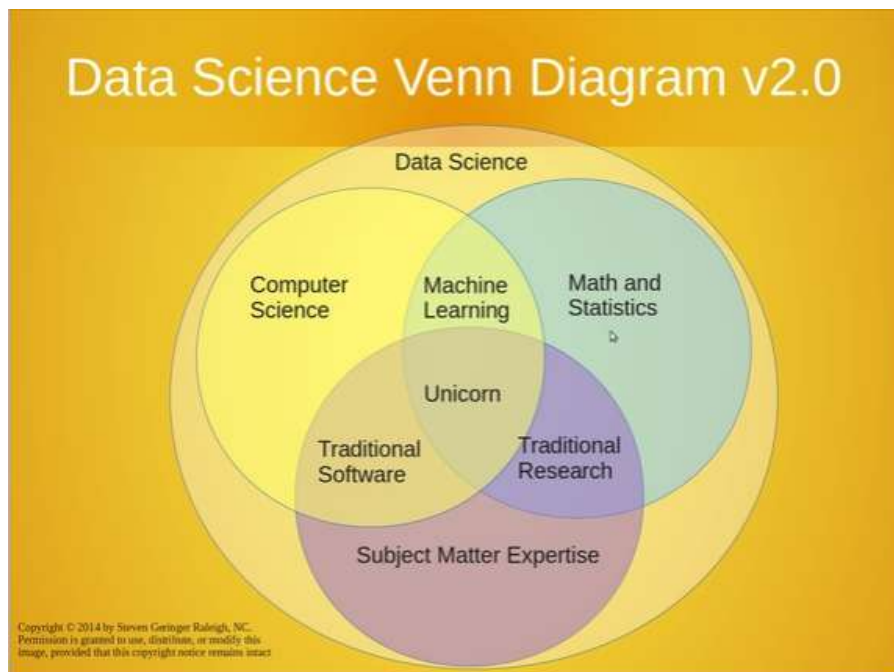


Figura 13.3. Diagrama de Venn de Data Science 2.0 (2014)

Fuente: Steven Geringer Raleigh

Un diagrama de Venn de *data science* muy ajustada a la realidad de 2016 es la definición implícita de Matthew Mayo⁶ en el propio portal KDnuggets.

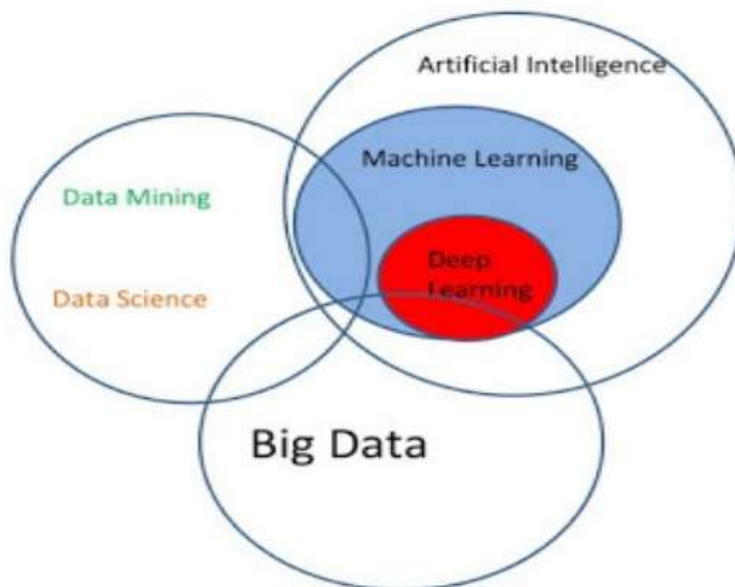


Figura 3.4. Diagrama de Venn de Data Science 2016

Fuente: Mattew Mayo. KDnuggets

Por último, traemos el informe publicado en 2016 por la consultora Gartner *Data Solutions*⁷ donde hizo una definición muy amplia de *data science* actualizando las materias y competencias que comprenden esta disciplina, desde la perspectiva de organizaciones y empresas. Gartner define ciencia de datos con un diagrama de Venn muy similar al original de Conway, y donde aparecen áreas de gestión empresarial actuales tales como analítica predictiva, gobierno de datos, experiencia de cliente, marketing (asociado a la experiencia de dominio), ingeniería de datos, etc.

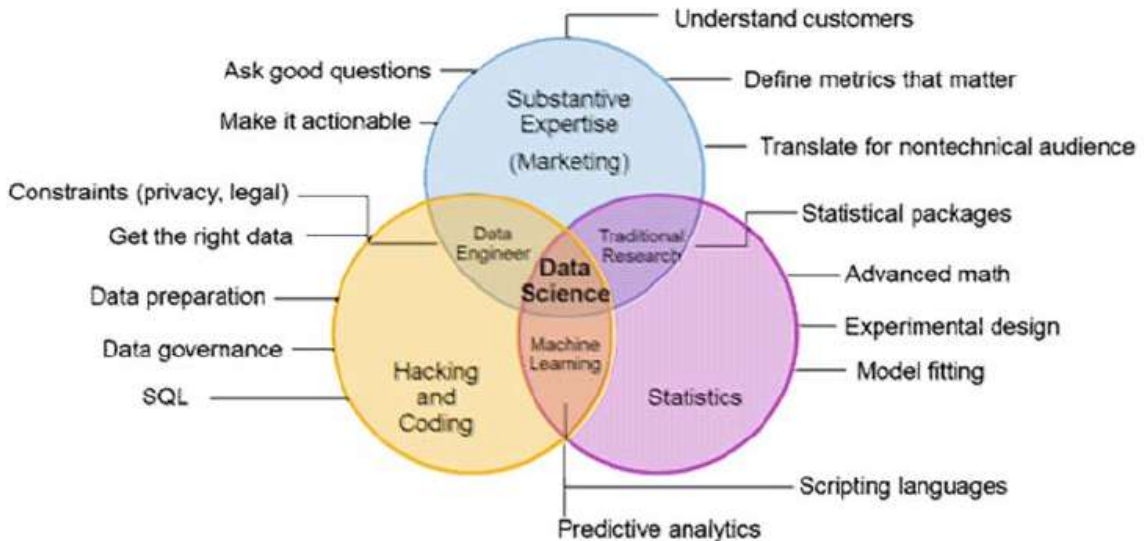


Figura 3.5. Diagrama de Venn de Data Science de Gartner (2016).

Fuente: Christi Eubanks. Gartner

DEFINICIÓN DE *DATA SCIENCE* DE IBM

IBM (Figura 13.6) define *Data Science*⁸ (Ciencia de Datos) –ya en fechas más recientes– como el proceso de describir (extraer) conocimiento (*insights*) oculto a partir de cantidades masivas de datos estructurados y no estructurados, utilizando métodos como estadística, aprendizaje automático, minería de datos y analítica predictiva. Es un área multidisciplinar que está cambiando el modo en que las organizaciones resuelven problemas y ganan ventaja competitiva y que lo concentra en las tres grandes disciplinas: *computer science* (informática), matemáticas y estadística, y dominio del conocimiento.

El objetivo de la ciencia de datos es la extracción de información útil de un conjunto de ellos. Las compañías han reconocido el valor de los datos como un activo de durante mucho tiempo, sin embargo, las enormes cantidades que ahora están disponibles necesitan nuevos medios para darles sentido y gestionarlos eficientemente. Por esta razón, han comenzado a proliferar ingenieros y

científicos de datos que están construyendo sistemas para aplicar la ciencia de datos a grandes volúmenes de ellos.

Según IBM, la ciencia de datos⁹ es una ciencia multidisciplinar que combina las matemáticas y la estadística, la informática o ingeniería de sistemas (*computer science*) y dominio del conocimiento (Figura 13.3). Además de estas áreas de conocimiento, se necesitan otras técnicas de computación avanzada e inteligencia artificial como aprendizaje automático, minería de datos, reconocimiento de patrones, almacenamiento de datos, procesamiento avanzado de bases de datos y técnicas y herramientas de visualización de datos.

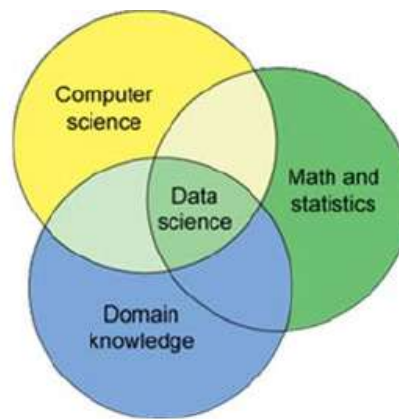


Figura 13.6. Disciplinas de ciencia de datos.

Fuente: IBM.

<http://www.ibm.com/developerworks/opensource/library/os-datascience/figure1.png>

EL CIENTÍFICO DE DATOS

El advenimiento creciente de datos ha conducido a nuevos perfiles profesionales. Aunque son muchos las nuevas profesiones que han ido emergiendo, sin duda el científico de datos es el profesional más reconocido y demandado por organizaciones y empresas que desean gestionar y explotar los datos existentes en las empresas y fuera de ellas.

Un *científico de datos* es un experto de Ciencia de Datos que resuelve problemas complejos de diferentes sectores (negocios, finanzas, marketing, ciencias de la vida, industria, logística...) haciendo uso de análisis de datos, y extrae conocimiento de valor de las compañías para una toma de decisiones acertada y eficiente.

El término fue acuñado por D.J. Patil¹⁰, considerado como uno de los grandes científicos de datos actuales, y Jeff Hammerbacher¹¹ en 2008 y que trabajaban entonces, respectivamente, en LinkedIn y Facebook.

Así, un científico de datos (data scientist) es un experto en esta ciencia que ha de tener formación multidisciplinar para resolver problemas complejos a partir del análisis de datos, extrayendo conocimiento y conclusiones para toma de decisiones. Cada día se le requiere también conocimiento de negocios, de la Web y sobre todo de sociología e incluso de filosofía, esencialmente de ética empresarial. Pero también una formación avanzada en matemáticas, estadística, programación y sus diferentes lenguajes, analítica de datos –básicamente analítica de *big data*–, aprendizaje automático y visualización de datos.

CIENTÍFICO DE DATOS: LA PROFESIÓN MÁS SEXY DEL SIGLO XXI (HBR)

Un artículo muy influyente y que se ha convertido en referencia mundial se publicó en el 2012 en la prestigiosa revista *Harvard Business Review*¹²: «*Data Scientist: The sexiest Job of the 21st Century*» (Científico de datos: La profesión más sexy del siglo XXI). Fue escrito por dos expertos mundiales en datos y conocimiento: Tom Davenport (experto mundial en Gestión del Conocimiento y Capital Intelectual) y D. J. Patil (reconocido como uno de los primeros científicos de datos del mundo; de hecho, en 2015, el presidente Obama lo nombró Chief Data Science de los Estados Unidos).

Davenport y Patil definen al científico de datos como un profesional que combina conocimientos de matemáticas, estadística y programación de computadoras, que se encarga de analizar los grandes volúmenes de datos (*big data*). Señalan que a diferencia de la estadística tradicional que utiliza muestra de datos, el científico de datos aplica sus conocimientos estadísticos para resolver problemas de negocio aplicando nuevas tecnologías que permiten realizar cálculos que hasta ahora no se podían realizar y que comprende todos los volúmenes de datos.

Comienzan su artículo analizando la situación de ese momento producida por el advenimiento de *big data* (el número de HBR estaba dedicado como tema central a *Big Data*) y la figura de Jonathan Goldman, doctor en ciencias físicas que llegó a LinkedIn en junio de 2006 aplicando métodos de científico de datos –de hecho por esta circunstancia fue contratado– y convirtió a la red social LinkedIn¹³ en la referencia mundial en redes sociales y, en particular, de profesionales. A continuación, explican quiénes son los “científicos de datos” y cómo encontrar al que se necesita en la empresa, en las organizaciones o en las administraciones públicas. Asimismo, describen a modo de decálogo, cómo encontrar al científico de datos que necesita una compañía y, en consecuencia, sus competencias y características. En este catálogo de recomendaciones figuran desde universidades idóneas para formación en la disciplina en aquellos momentos –

hoy ya no sólo en los Estados Unidos, sino en España y Latinoamérica, proliferan las universidades que imparten cursos y maestrías de *big data* y ciencia de datos– hasta características profesionales de los candidatos y sobre todo empresas que son casos de éxito donde los científicos de datos las han convertido en empresas líderes y de referencia mundial. También recomiendan las visitas a sitios de referencia en *big data* y data science como Kaggle o TopCoder, asociaciones profesionales especializadas en estas disciplinas. Terminan su artículo explicando la razón del título: el nuevo trabajo “caliente” de la década o “la profesión más sexy”.

EL PERFIL DEL CIENTÍFICO DE DATOS

El científico de datos es uno de los perfiles profesionales más demandados en la actualidad y que más vacantes de empleo está creando en todos los países, dado que es imposible cubrir todos esos puestos, precisamente, por la carencia de profesionales con la formación multidisciplinar que hemos comentado.

Según los expertos en ciencia de datos, Rachel Schutt y Cathy O’Neill en su obra de referencia sobre *Data Science* (Doing Data Science, O’Reilly, 2014) consideraban que el perfil del científico de datos y sus conocimientos y competencias principales eran las señaladas en la figura 13.7. La función del científico de datos, como muchas otras profesiones, tiene dos campos profesionales: la académica e investigación y la industria o empresa. En cualquier caso, Schutt y O’Neill (2014) presentan un gráfico con los porcentajes de conocimiento que consideran debería tener el perfil del científico de datos en las disciplinas antes comentadas. Estiman que las mayores competencias deben tenerlas en estadística, seguida de matemáticas, *computer science* (informática o ingeniería de sistemas) y aprendizaje automático (inteligencia artificial).

Schutt y O’Neil (2014)¹⁴ consideran que el perfil del científico de datos – posteriormente dedicaremos una sección especial a tan importante rol profesional– debe tener niveles de destreza y dominio de las siguientes disciplinas:

- Estadística
- Matemáticas
- Informática (Ciencias de la Computación)
- Aprendizaje automático
- Experiencia de dominio
- Comunicación y presentaciones
- Visualización de datos

- Experto del dominio

Estos autores insisten en la necesidad del conocimiento de dos disciplinas innovadoras y que son de gran interés en la actual ciencia de datos: la comunicación y modos de presentación, y visualización (métodos y herramientas). Los autores también reseñan en su libro que dada la dificultad de encontrar un rol profesional que aglutine tantas destrezas de tantas disciplinas, debería considerarse mejor un *equipo profesional de ciencia de datos*, puesto que será difícil encontrar el científico de datos perfecto. Más tarde comentaremos también las opiniones de estos autores al tratar la función del científico de datos.

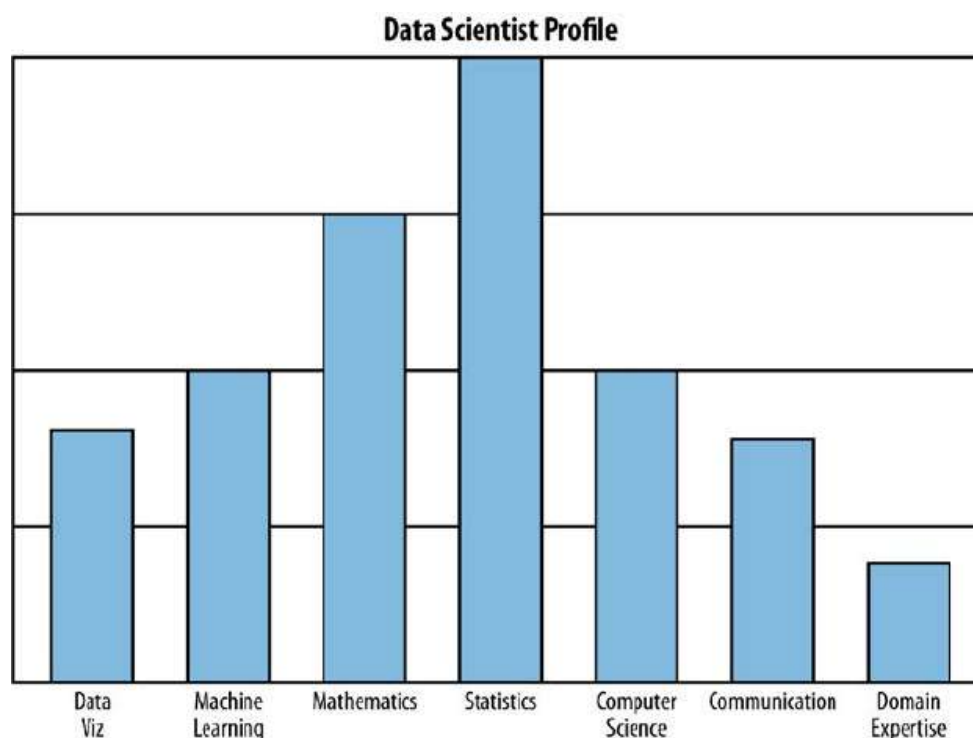


Figura 13.7. El perfil del científico de datos.

Fuente: (Schutt y O'Neill: 2014)

EL CIENTÍFICO DE DATOS EN LA ACADEMIA

En el campo académico comentan la situación de la formación en la universidad tanto en grado como en posgrado y la imperiosa necesidad de ofertas académicas de las universidades, escuelas de negocios y empresas especializadas en *big data* y en *data science*. También dedican un tiempo a la investigación y a la propuesta de desarrollo de investigaciones y, en particular, la elaboración de tesis doctorales (Ph. D.) sobre los temas de ciencia de datos y *big data*, así como tendencias tecnológicas asociadas.

Además, lógicamente deberá tener conocimientos en función de su dedicación a todas las tareas específicas del científico de datos en la industria, que comentamos a continuación.

EL CIENTÍFICO DE DATOS EN LA INDUSTRIA Y EN LA EMPRESA

Según Schutt y O'Neill, el científico de datos en la empresa ha de establecer la estrategia de datos de la compañía en la que se implican una gran variedad de actividades: desde la ingeniería e infraestructura para recolección de datos hasta cómo decidir el uso de datos para una mejor toma de decisiones. Ha de establecer una comunicación fluida y transparente con los ingenieros, científicos analistas, así como con los puestos directivos de la empresa como el CEO y el CTO, y con los líderes de productos clave de la misma.

Asimismo, ha de ser una persona que conoce cómo extraer significado e interpretar los datos, que requerirán herramientas y métodos de estadística, aprendizaje automático, así como buenas relaciones personales y comportamiento humano a la altura de su rol profesional.

Técnicamente, requiere el conocimiento profundo de las técnicas de recolección de datos, limpieza y transformación de formatos de datos (*munging*) ya que los datos en bruto no serán, normalmente, muy limpios y claros. También necesita conocimiento de técnicas y metodologías de ingeniería de software. Otra competencia muy importante es conocer bien las **herramientas de visualización de datos** para interpretar y producir buenos resultados e informes. Otro aspecto a dominar es el modo de encontrar patrones, construcción de modelos y algoritmos, así como prototipos.

Por último, debe saber comunicarse con los restantes miembros del equipo, ingenieros, matemáticos, responsables de negocio, etc., con un lenguaje claro y comprensible y utilizando eficientemente las herramientas de visualización antes comentadas.

CASOS DE ÉXITO DE EMPRESAS CON CIENTÍFICOS DE DATOS DE REFERENCIA

Otros datos de gran interés¹⁵ que Davenport y Patil muestran en su artículo, son las empresas que ellos consideran hacen uso de técnicas de ciencias de datos y que utilizan científicos de datos de prestigio humano y profesional. Merece la pena una lectura y análisis de estas empresas o iniciativas, y que se han confirmado en los años posteriores a la publicación del artículo de referencia.

- **LinkedIn.** Utiliza científicos de datos para generar ideas para productos, características y servicios de valor añadido.

- **Intuit.** Solicita científicos de datos para desarrollar conocimientos o ideas (*insights*) para clientes de pequeños negocios y consumidores e informan a un nuevo vicepresidente sénior de *big data*, diseño social y marketing.
- **GE.** Utiliza científicos de datos para optimizar los contactos de servicio e intervalos de mantenimiento de productos industriales.
- **Google.** Naturalmente, usa los científicos de datos para reforzar su *core* de búsqueda y algoritmos de publicidad (*ad-servings*).
- **Zyga.** Utiliza los científicos de datos para optimizar la experiencia de juegos para conveniencia (*engagement*) tanto para largo plazo como para ganancias.
- **Netflix** creó el premio *Netflix Prize* para obtener un mejor sistema de recomendación de películas (por el impacto del premio, se comenta en una sección independiente).
- **Kaplan.** Preparación de test. Emplea sus científicos de datos para descubrir estrategias de aprendizaje efectivo.
- **Telefónica.** La multinacional española de telecomunicaciones fue, posiblemente, la primera compañía en nombrar un científico de datos, con rango superior de Director de Datos (CDO) y una alta responsabilidad en la gestión y administración de todos los datos de la empresa y en dependencia directa del máximo directivo de Telefónica, su presidente. Nombró director a uno de los científicos de datos y experto en ciberseguridad más populares de España, Chema Alonso.
- **Banco BBVA.** El banco multinacional español BBVA también nombró en 2016 un nuevo cargo de CDO como director de datos de la empresa, en dependencia directa del Director General, y con responsabilidad sobre los científicos de datos e ingenieros de datos del banco.

EL PREMIO NETFLIX PRIZE

Netflix, la empresa líder en plataformas multimedia, de cine y videos, convocó en 2006 un premio denominado *Netflix Prize* dotado con 1 millón de dólares con el objetivo principal de creación de un algoritmo que mejorara su sistema de recomendación de películas en al menos un 10%. Para que los equipos concursantes o a título personal pudieran realizar sus proyectos, puso a disposición de la comunidad de científicos de datos y desarrolladores de algoritmos su gran base de datos de más de 100 millones de recomendaciones de películas que contenían 18.000 títulos de casi 500.000 usuarios. El desarrollo del concurso tuvo un gran impacto y la prensa generalista más influyente se hizo eco del mismo con sus fortalezas y los retos y oportunidades que suponía para el despliegue de la naciente profesión de desarrollador de algoritmos y científicos

de datos. *Forbes*, revista de referencia en el mundo de los negocios, fue uno de los medios de comunicación que se hizo eco de la convocatoria del premio y le dedicó varios artículos al desarrollo del concurso.

El concurso pretendía mejorar la precisión de sus predicciones respecto a cuánto le gustaría a un usuario una determinada película basada en su historial de preferencias. El concurso fue una gran oportunidad para desarrolladores de minería de datos y de aprendizaje automático.

El concurso se demoró en el tiempo por la falta de proyectos eficientes y fue el 21 de septiembre de 2009 cuando concedió el premio al equipo Pragmatic Chaos de Bellkor. El artículo donde se describe el algoritmo fue publicado y se puede consultar en el sitio específico del premio: www.netflixprize.com, su autor Yehuda Loren describe los nueve predictores principales que decidieron el algoritmo, así como la historia de la evolución iniciada mientras trabajaba con su equipo en AT&T.

HERRAMIENTAS DE PROGRAMACIÓN PARA CIENCIA DE DATOS

Las herramientas típicas o caja de herramientas (*toolbox*) del científico de datos son muy variadas y responden a las necesidades de obtener la máxima eficacia en las múltiples disciplinas que componen ciencia de datos y en los roles profesionales que ha de asumir su figura.

Dado que la programación de computadoras es un componente muy importante, los científicos de datos deben ser muy eficientes con lenguajes de programación tales como R, Python, SQL, Scala, Julia, Java, etc.

Para las aplicaciones de estadística, matemáticas, algoritmos, modelado y visualización de datos es importante que, aparte de conocer, herramientas de Tableau, Qlik, etc. conozca también y utilice bibliotecas y paquetes de software existentes -preferentemente de software abierto, pero también software propietario- tales como: D3, Scikit-learn, e1071, Pandas, Numpy, TensorFlow, Matplotlib, Shiny y Ggplot2 (Castrounis 2017).

Cada vez, con mayor frecuencia, los científicos de datos deben ser capaces de utilizar herramientas y tecnologías asociadas con *big data*, tales como: Hadoop, Spark, Pig, Mahout, Hive, etc,

Así mismo y dado que los científicos de datos han de acceder y consultar bases de datos, deben conocer bases de datos relacionales RDBMS (SGBDR), bases de datos NoSQL y “en memoria”, nuevas bases de datos híbridas (relacionales y NoSQL). Algunas de las más conocidas son: PostgreSQL, MongoDB, Redis, HBase, VoltDB, MySQL Cluster, MemSQL, etc,

CAJA DE HERRAMIENTAS DE KDNUGGETS

KDnuggets, el portal de referencia mundial sobre información profesional y actualizada de *Data Mining*, *Analytics*, *Big Data* y *Data Science*, publica cada año una estadística con las plataformas de ciencia de datos más utilizadas por las empresas y organizaciones, así como en particular los lenguajes de programación usados en desarrollos profesionales o dentro de las plataformas citadas.

El informe de 2016, *Software Poll KDnuggets Analytics/Data Science Tools*, presenta las 10 herramientas más populares (Tabla 13.1) y está encabezada como en los dos años anteriores por R, Python, seguidas de herramientas tradicionales como SQL (gestión de bases de datos relacionales) y Excel (hoja de cálculo de Microsoft), a los que siguen RapidMiner y Hadoop/Spark (herramientas por excelencia de análisis de *big data*) seguida de Tableau (centrada casi exclusivamente en visualización) y KNIME, una herramienta muy potente que luego comentaremos. Aparece en el *top 10*, la herramienta *scikit-learn* que ha repuntado y que figuraba en lugares muy atrasado en los rankings de años anteriores.

Tabla 13.1 Penetración de herramientas de ciencia de datos.

Fuente: KDnuggets. Fuente: <http://www.kdnuggets.com/2016/06/r-python-top-analytics-data-mining-data-science-software.html>

Tool	2016 % share
R	49%
Python	45.8%
SQL	35.5%
Excel	33.6%
RapidMiner	32.6%
Hadoop	22.1%
Spark	21.6%
Tableau	18.5%
KNIME	18.0%
scikit-learn	17.2%

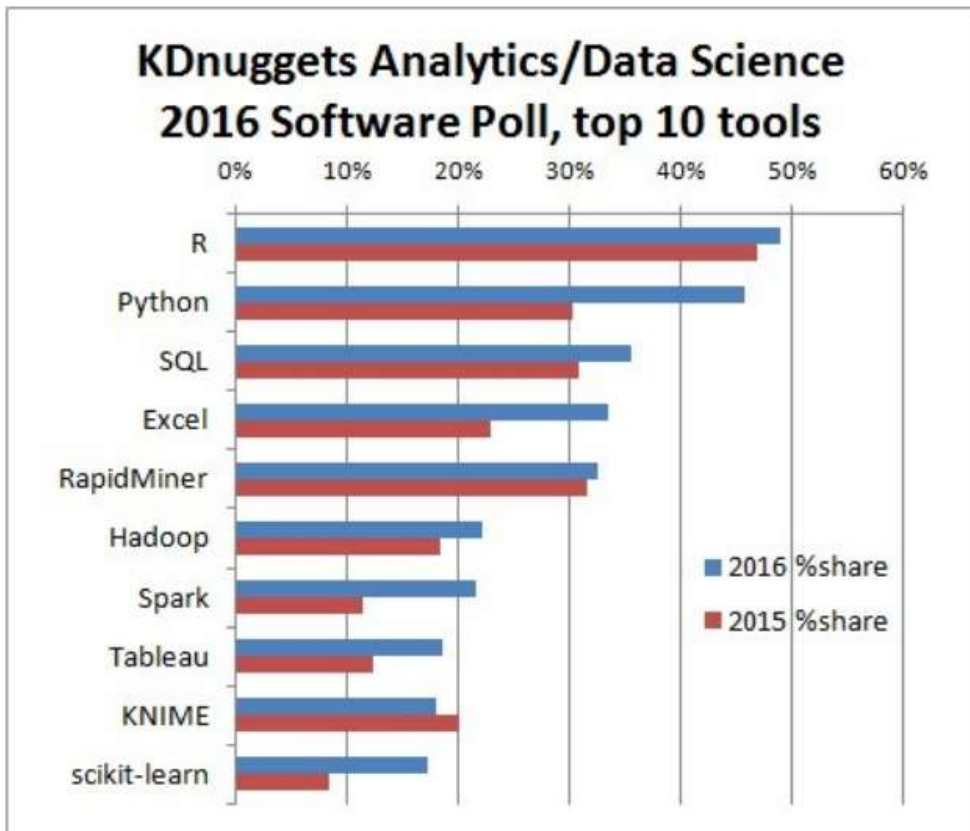


Figura 13.8. KDnuggets Analytics/Data Science 2016 Software Poll: top 10 most popular tools in 2016.

Fuente: <http://www.kdnuggets.com/2016/06/r-python-top-analytics-data-mining-data-science-software.html>

En cuanto a lenguajes de programación específicos que se utilizan en desarrollos propios o en las plataformas, destacan R, Python, Java, Scala, herramientas clásicas del sistema operativo Unix, Julia y el clásico C/C++. Tal vez por estas razones, los lenguajes de programación clásicos C/C++, Java y el propio del sistema operativo Unix, se siguen impartiendo en todos los niveles de programación en las carreras de ciencias e ingeniería.

UNA REVISIÓN DE PLATAFORMAS DE CIENCIAS DE DATOS

SQL

Es el lenguaje de programación estándar de las bases de datos relacionales y que debe conocerse profundamente para realizar la integración con los lenguajes especializados en estadística, aprendizaje automático, lenguaje de

procesamiento natural y reconocimiento de voz, entre otros. Es un lenguaje normalizado de código abierto que se utiliza mucho en ciencia de datos, especialmente integrado con otras plataformas y lenguajes de programación. Además, han aparecido versiones de SQL que están comenzando a ser empleadas en el desarrollo de *big data*.

R

Es el lenguaje estadístico por excelencia, y existen programas y paquetes de software para casi todas las materias utilizadas en organizaciones y empresas. Es una herramienta que se emplea mucho en aplicaciones de ciencias de datos y en gestión y desarrollo de *big data*, y cada vez más en aplicaciones de aprendizajes automático y profundo.

PYTHON

Es la otra gran herramienta de ciencia de datos, con la plataforma R. Una de sus ventajas más importante es la gran cantidad de bibliotecas y aplicaciones estadísticas. También es un lenguaje de programación fácil de aprendizaje que unido a sus grandes bibliotecas lo hace idóneo para desarrollo de aplicaciones de analítica de datos.

KNIME

KNIME (Konstanz Information Miner, www.knime.org) es una plataforma de minería de datos que se usa como herramienta de inteligencia de negocios y para ciencia de datos. Se creó en la Universidad de Constanza (Alemania) y posteriormente se convirtió en una empresa con sede en Zurich (Suiza) donde ofrece servicios generales de desarrollo de la herramienta, formación y consultoría.

WEKA

Es un software de aprendizaje automático¹⁶ desarrollado por la Universidad de Waikato en Nueva Zelanda.

EL PROCESO DE CIENCIA DE DATOS

Se compone de una serie de etapas que tienen cierta semejanza con procesos similares de minería de datos o procesos de inteligencia de negocios e, incluso, ingeniería de software avanzada.

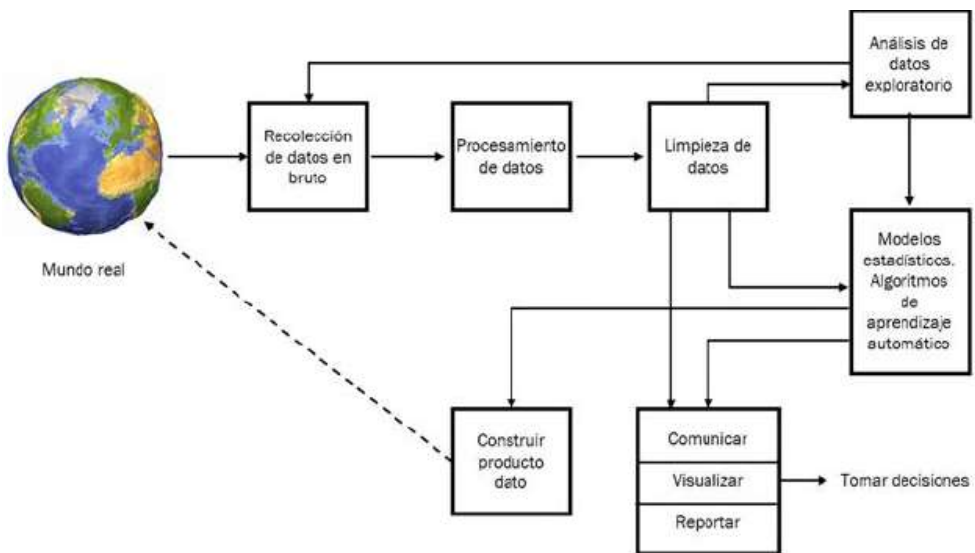


Figura 13.9 Proceso de ciencia de datos. **Fuente:** (Schutt y O'Neill: 2014, pág. 41)¹⁷.

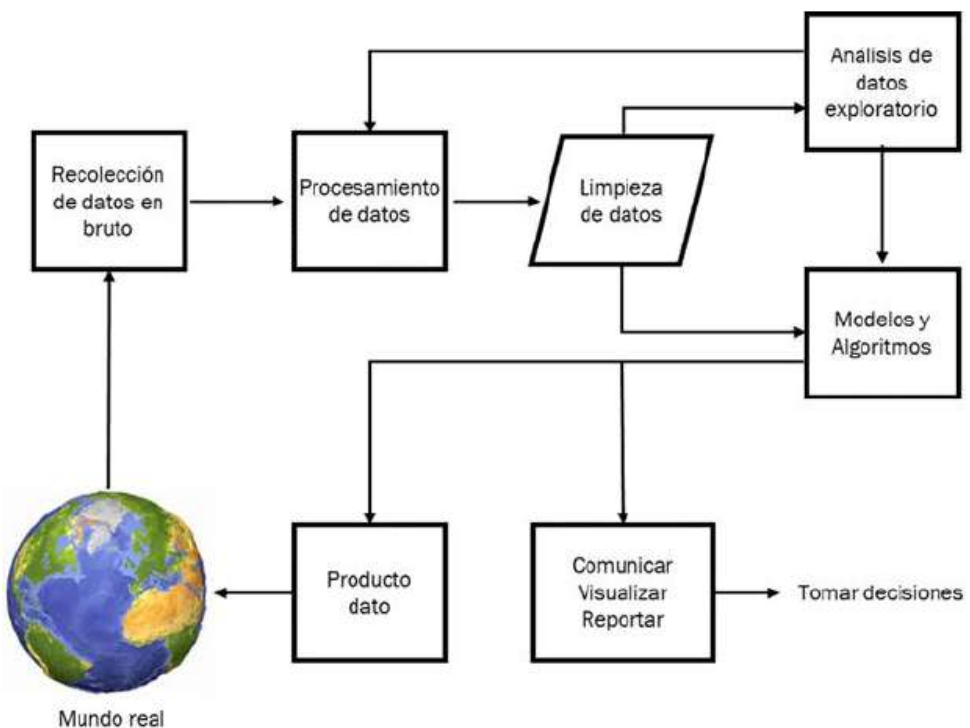


Figura 13.10 Proceso de ciencia de datos. **Fuente:** (Schutt y O'Neill: 2014, pág. 43)¹⁸. Adaptada.

Las etapas de un proceso de datos son:

- a. Recolección de los datos en bruto, extraídos del mundo real.
- b. Procesamiento de datos (herramientas como R, Python, SQL, se utilizan en esta etapa en sincronización con las etapas a y b).
- c. Limpieza de datos.
- d. Una vez realizada la limpieza de datos, se deberán hacer varias tareas de modo secuencial o en paralelo.
 - 1. Análisis exploratorio de datos.
 - 2. Realización de algoritmos de aprendizaje automático y creación de modelos estadísticos. Construcción de prototipos teniendo presente datos del mundo real con las realimentaciones necesarias.
 - i. Construir productos dato
 - 3. Comunicar, realizar visualizaciones y presentación de informes.
- e. Toma de decisiones

Los datos residen en el mundo real y como primera etapa se realiza la ingestión o recolección de los datos en bruto (del entorno). A continuación, se lleva a cabo el procesamiento de datos (normalmente con lenguajes R, Python o SQL) y se dejan limpios para su posterior análisis. Una vez que los datos han sido procesados y limpiados se puede hacer un análisis exploratorio de datos y un modelo estadístico, para lo cual se usan algoritmos de aprendizaje automático. Una vez realizadas estas etapas se puede interpretar, visualizar y comunicar los resultados mediante informes (*reportes*), presentaciones orales, publicación de un artículo o noticias en medios de comunicaciones (*newsletters*) e incluso en conferencias o en charlas, y lógicamente se toman las decisiones que se consideren oportunas en los departamentos de la organización afectados.

En estadística, el *análisis exploratorio de datos* (EDA, *Exploratory Data Analysis*) es un enfoque para el análisis de conjuntos de datos que resuman sus principales características utilizando, normalmente, métodos visuales. Se puede emplear o no el análisis exploratorio, pero principalmente la tarea más importante que realiza este tipo de análisis es ver todo aquello que los datos pueden decirnos más allá del modelado formal o la tarea de la prueba de hipótesis. Un *modelo estadístico* es un tipo de modelo matemático que engloba un conjunto de suposiciones relativas a la generación de algún dato de muestra y datos similares de una población grande. Un modelo estadístico a menudo representa, en un formato idealizado considerablemente, un proceso de generación de datos.

De modo alternativo, según las circunstancias, se puede construir o hacer un prototipo de un producto dato (*data product*), que no es más que un programa que realiza una tarea determinada, como un algoritmo de búsqueda para realizar rankings de productos, un sistema de recomendación o sugerencias de nuevas compras basadas en el historial de compras. Se pueden hacer nuevos productos datos mediante la realimentación de una nueva captura de datos del entorno del mundo real.

El científico de datos está involucrado dirigiendo cada una de las etapas del proceso de datos. Necesita formular cuestiones e hipótesis y hacer un plan para ver cómo se puede atacar el problema y llevarlo a cabo con su equipo humano, implicándose en el proceso de alto nivel,

CERTIFICACIONES PROFESIONALES EN *DATA SCIENCE*

En la actualidad existe un gran número de universidades y escuelas de negocio que imparten cursos de master (maestría), especializaciones, diplomados y cursos especializados en las diferentes materias que componen la ciencia de datos.

Asimismo, y en beneficio de usuarios personales y empresas, existen muchos cursos gratuitos en plataformas **MOOC** (cursos masivos en línea y abiertos) donde es posible formarse y obtener diplomas y certificaciones que acrediten una formación avanzada. Las plataformas más populares y acreditadas son: **Coursera**, **edX** y **MiriadaX**.

También, las empresas distribuidoras de *big data* esencialmente han iniciado el lanzamiento de certificaciones profesionales que vienen acreditadas por el prestigio de la empresa correspondiente. Así, son cursos muy reconocidos los impartidos por empresas como SAP, IBM, Microsoft, HP, SAS, EMC y Coursera. Otras certificaciones profesionales ya acreditadas son:

- Certified Analytics Professional (**CAP**)
- Cloudera Certified Professional: Data Scientist (**CEP:DS**)
- EMC Data Science Associate (**EMCDSA**)

ROLES PROFESIONALES RELACIONADOS CON DATOS

Los términos relacionados con la gestión y análisis de datos suelen ser muy variables y en ocasiones sinónimos, por lo que es difícil asociar las competencias a los muchos roles profesionales que surgen a menudo en el ámbito empresarial o de investigación. No obstante, sí que es frecuente encontrar los roles siguientes: *analista de datos*, *ingeniero de datos*, *arquitecto de datos*, *científico datos*, *ingeniero de visualización*. Normalmente, el rol profesional va asociado a

una o a todas o algunas de las etapas de la arquitectura de *big data* o del proceso de ciencia de datos que hemos analizado en este capítulo.

Analista de datos. Es el responsable de las etapas de procesamiento y análisis de datos. Su formación fundamental será matemáticas, estadística y economía y negocios (inteligencia de negocios y analítica de datos). Algunas de las tareas a realizar por el analista de datos son: acceso y consultas a diferentes fuentes de datos, proceso y limpieza de datos, resumen de datos, preparar visualizaciones de datos e informes, etc. Las herramientas más utilizadas son de inteligencia de negocios y analítica de datos, tales como Microsoft Excel, Tableau, SAS, SAP, Qlik, MicroStrategy. Pueden utilizar, sobre todo cuando alcanzan ya la especialización, herramientas de minería de datos tales como IBM SPSS, Rapid Miner y KNIME.

Ingeniero de datos. Han adquirido gran importancia en la era de *big data* y de hecho ya tienen hoy día competencias similares al ingeniero de *bit data*, que se comenta a continuación. El ingeniero de datos no está tan preocupado con la estadística, analítica y modelado de datos como sus homólogos analistas de datos, y están más implicados en la ingeniería y arquitectura de datos, infraestructuras de computación, almacenamiento y flujo de datos, etc. Los ingenieros de datos son, por consiguiente, los responsables de la arquitectura de datos y de la instalación de la infraestructura necesaria. Deben tener conocimientos de computación avanzados y ser programadores expertos. Recientemente se les está asociando con unos nuevos perfiles que están emergiendo, los expertos en **DevOps** (Desarrollo y Operaciones).

Ingeniero de big data. Son los desarrolladores de *big data*. En general son ingenieros de software responsables de realizar los programas establecidos por los analistas, científicos de datos y arquitectos de big data. Serán los encargados de diseñar y construir los algoritmos, los sistemas de recolección y almacenamiento de datos, y realizar los programas de gestión de software de la empresa, donde se tengan en cuenta sus planes y líneas de negocio.

Arquitecto de Big Data. Es el responsable de toda la arquitectura y proceso de *big data*. Deberá tener una visión global del proyecto y el conocimiento de cada una de las áreas necesarias del proceso, desde la recolección de datos hasta la presentación de resultados a través de las herramientas de visualización. Su formación esencial será ingeniero informático o ingeniero de sistemas, normalmente especialista de ingeniería de software, pero también con conocimientos de otras ingenierías y de sistemas de información.

Ingeniero de visualización. Dada la importancia que han adquirido las técnicas y herramientas de visualización, se requiere una alta especialización en comunicación, presentaciones y visualizaciones de datos. Requiere una buena formación de ingeniería con una alta especialización en herramientas de visualización. También son demandados especialistas en diseño gráfico, así como en mercadotecnia, comunicaciones y medios sociales.

Científico de datos. Tiene una visión más horizontal de todo el proceso de ciencia de datos. Su tarea principal será la programación de algoritmos para el análisis de datos, pero debe conocer bien el negocio de la empresa (su plan de negocio, así como las líneas de negocio fundamentales). En definitiva, un científico de datos debe ser capaz de identificar aquellas variables relevantes para la empresa que ayuden a mejorar resultados, multiplicar el volumen de ventas, fidelizar a los clientes, ahorrar costes, etc. Los científicos de datos suelen mezclar, entre otros, conocimientos de matemáticas, estadística e informática, a los que es conveniente unir conocimiento de negocios, administración de empresas, ciencias de la salud y recomendable conocimiento de ciencias sociales. El científico de datos se ha consolidado ya como una profesión muy demandada en todo tipo de organizaciones y empresas -grandes y pequeñas. El científico de datos jefe, sobre todo en las grandes multinacionales, se está comenzando a reconvertir en el nuevo rol profesional, de director de datos (**CDO**, Chief Data Officer) que es el responsable de toda la estrategia y política de datos de las organizaciones y con dependencia directa del presidente o director general-

RESUMEN

La ciencia de datos (*data science*) es una ciencia multidisciplinar que requiere conocimientos de matemáticas y estadística, experiencia de dominio de datos y destreza de *hacking* (computación y desarrollos avanzados). A estas disciplinas se añaden conocimientos profundos de desarrollo de software tradicional y aprendizaje automático y, en la actualidad, aprendizaje automático, además de conocimientos de minería de datos y visualización de datos. Se hace una breve historia de la evolución de la definición de *data science*, basada en el diagrama de Venn original y referencia obligada en la disciplina, de Drew Conway -un científico de datos de gran prestigio- publicado en el año 2010

El científico de datos es un profesional especializado en ciencia de datos y que dirige todas las actividades de ciencia de datos de la compañía. Su perfil requiere una formación multidisciplinar: estadística, matemáticas, ciencias de computación (informática), comunicaciones, experiencia en dominio de datos, aprendizaje automático y profundo, reconocimiento de voz, etcétera.

Los lenguajes de programación y las plataformas más utilizadas en ciencias de datos son: SQL, R, Python y RapidMiner, Tableau, Qlik, KNIME y WEKA.

El proceso de ciencia de datos consta de las siguientes etapas: recolección de datos, procesamiento de datos; limpieza de datos; exploración de datos/modelos y algoritmos; comunicación, visualización de datos e informes (reportes); realización de productos de datos y toma de decisiones.

Los roles profesionales de ciencia de datos son muy variados, teniendo a la cabeza el científico de datos, también aparecen roles como analista de datos, ingeniero de datos, ingeniero de visualización o los directamente relacionados con *big data*, ingeniero y arquitecto de *big data*.

BIBLIOGRAFÍA

- **KDnuggets**. Portal Web de referencia en Data Science: www.kdnuggets.com (contiene secciones de informes, artículos, libros, dossieres...)
- **KIRK**, Andy (2012). *Data Visualization: a successful design process*. Birmingham: PACT Publishing.
- **JOYANES**, Luis (2014). *Big Data Análisis de grandes volúmenes de datos*. Barcelona: Marcombo y Ciudad de México: Alfaomega.
- **PATIL**, D. J. y **MASON**, Hilary (2015). *Data Driven. Creating a Data Culture*. Sebastopol (USA): O'Reilly.
- **PIERSON**, Lilian (2015). *Data Science for Dummies*. Nueva Jersey: Wiley.
- **PROVOST**, Foster y **FAWCETT**, Tom (2013). *Data Science for Business*. Sebastopol: O'Reilly.
- **SCHUTT**, Rachel y **O'NEIL**, Cathy (2014). *Doing Data Science*. Sebastopol (USA): O'Reilly.
- **ZUMEL**, Nina y **MOUNT**, John (2014). *Practical Data Science with R*. Shelter Island, NY; Mannings Publications.

NOTAS:

¹Drew Conway. *The Data Science Venn Diagram* is Creative Commons licensed as Attribution-NonCommercial. <http://drewconway.com/zia/2013/3/26/the-data-science-venn-diagram>

²Whats is data science? Quora <https://www.quora.com/What-is-data-science>

³ David Taylor. *Battle of the Data Science Venn Diagrams*. Octubre 2016.
<http://www.kdnuggets.com/2016/10/battle-data-science-venn-diagrams.html>

⁴ Brendan Tierney - *Oralytics Blog*.
<http://www.oralytics.com/2012/06/data-science-is-multidisciplinary.html>

⁵ Steven Geringer Raleigh. <http://www.kdnuggets.com/2016/10/battle-data-science-venn-diagrams.html>

⁶ Matthew Mayo. *The Data Science Puzzle, Explained*. *KDnuggets*.
<http://www.kdnuggets.com/2016/03/data-science-puzzle-explained.html>.

⁷ Christi Eubanks. *Gartner. Three Lessons CrossFit Taught Me About Data Science*. 26 de mayo, 2016. <http://blogs.gartner.com/christi-eubanks/three-lessons-crossfit-taught-data-science/>

⁸ IBM. *What is data science?*
<http://www.ibm.com/analytics/us/en/technology/data-science/>

⁹ M. Tim Jones. *IBM. Data science and open source. IBM. Learn about open source tools for converting data into useful information*.
<https://www.ibm.com/developerworks/opensource/library/os-datascience/>

¹⁰ [//oreilly.ly/1aKXJwT](http://oreilly.ly/1aKXJwT). D. J. Patil y Hilary Mason, autores de *Data Driven. Creating a Data Culture* en la editorial O'Reilly.
<http://www.oreilly.com/data/free/files/data-driven.pdf> (descarga gratuita)

¹¹ [//linkd.in/17sqKNZ](http://linkd.in/17sqKNZ)

¹² Thomas Davenport y D. J. Patil. «Data Scientist: The sexiest Job of the 21st Century». *Harvard Business Review*. Octubre 2012. <https://hbr.org/2012/10/data-scientist-the-sexiest-job-of-the-21st-century>

¹³ Microsoft anunció en junio de 2016 que había comprado la empresa LinkedIn por 26.200 millones de dólares (23.260 millones de euros):
<http://economia.elpais.com/economia/2016/06/13/actualidad/1465>

821508_909017.html. A primeros de diciembre de 2016 se cerró la compra después de que la Comisión Europea diera el visto bueno a la mayor operación del sector tecnológico del año: <http://www.expansion.com/economia-digital/companias/2016/12/08/58499f3c468aeb38638b466f.html>

¹⁴ Rachel Schutt y Cathy O´Neil. *Doing Data Science*. Sebastopol: O´Reilly, 2014.

¹⁵ *Ibid.* Davenport y Patil (ver nota 12)

¹⁶ Weka. www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka

¹⁷ Schutt y O´Neill, pp. 40-43.

¹⁸ *Ibidem.* Schutt y O´Neill.

CAPÍTULO 14

PRIVACIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS EN LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL: RIESGOS Y OPORTUNIDADES

Las tecnologías disruptivas y facilitadoras de la cuarta revolución industrial están trayendo innumerables retos y oportunidades a las personas, organizaciones y empresas, pero también implican gran cantidad de riesgos e impactos negativos en la vida diaria que, si se conocen, se es consciente de ellos y se aplican las normativas legales y éticas, es factible controlarlos para que sean lo menos dañinos posibles, e incluso puedan minimizarse, reducirse y eliminarse, según los casos.

Específicamente, los pilares tecnológicos de la Industria 4.0 —esencialmente Big Data, Internet de las Cosas, Inteligencia Artificial, Ciudades Inteligentes y la Ciberseguridad— están trayendo una gran cantidad de riesgos sobre la privacidad, protección y seguridad de los datos, de los individuos y de las organizaciones y empresas.

Los aumentos exponenciales de los grandes volúmenes de datos (*big data*) y su transversalidad con las restantes tecnologías, hacen que los riesgos big data en la privacidad y la protección de datos sean, sin lugar a dudas, los de mayor impacto en la sociedad. Por esta razón le dedicaremos gran atención durante todo este capítulo.

A manera de prólogo del capítulo, se analizan las megatendencias tecnológicas del WEF publicado en septiembre de 2015¹ y que sirvió de base tecnológica para la edición de Davos 2016. También se abordan los informes “El futuro del trabajo” y “El informe de riesgos globales de 2016”² publicados en enero de

2016 para completar la información necesaria para los debates de enero de 2016 en Davos de la Cuarta Revolución Industrial.

Asimismo, se plantean los riesgos a la privacidad producidos por Big Data y demás tecnologías disruptivas, así como las normativas de protección de datos y de privacidad de España y la aprobada por la Unión Europea. También se describen las características del DPO (Data Protection Officer), función introducida por el Reglamento de Protección de Datos de la Unión Europea, de obligada incorporación en muchas organizaciones y empresas europeas, y de gran importancia para velar por la protección de datos y la privacidad de los individuos, organizaciones y empresas.

EL CAMBIO SOCIAL PROFUNDO DE LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL: UN BREVE ANÁLISIS DE LOS RIESGOS

Las innovaciones tecnológicas que trae consigo la cuarta revolución industrial (4RI) están iniciando un gran cambio social en el mundo. Como el Foro de Davos anunció en enero de 2016 y su director reiteró en su citada obra, nos encontramos ante un cambio profundo que está impactando en las personas, las organizaciones, el gobierno y la sociedad.

En el citado informe del WEF: *El cambio profundo. El punto de inflexión de la tecnología y el impacto social*, resultado de un estudio realizado con encuestas a 800 ejecutivos de todo el mundo sobre el futuro del software y la sociedad, ya se adivinaba el profundo cambio social que se produciría en los próximos años. En el estudio se publican resultados de las encuestas y de las preguntas planteadas, en el que se reproducen los 21 cambios tecnológicos citados en el apartado anterior, incluyendo los puntos de inflexión para cada una de estas tecnologías y las fechas previstas de su llegada al mercado.

Schwab plantea la llegada de un *cambio profundo* que viene marcado por la escala del impacto y la velocidad de las modificaciones, orientadas —fundamentalmente— por las tecnologías del software —algoritmos, inteligencia artificial, aprendizaje automático— y que están produciendo una transformación muy diferente de cualesquiera otras revoluciones industriales: la transformación digital y la consiguiente digitalización de personas, organizaciones y empresas. La interdependencia de las diferentes tecnologías es una auténtica realidad. Hoy día, «diseñadores y arquitectos están combinando el diseño por computador, la fabricación aditiva —impresión 3D—, la ingeniería de materiales y la biología sintética para crear sistemas que involucran la interacción entre microorganismos, nuestro cuerpo y los productos que consumimos e incluso los edificios que habitamos».

El cambio social que está trayendo la cuarta revolución industrial —coincidimos con Schwab— será profundo y de gran impacto, y la transformación que se está dando será muy diferente de cualquier otra revolución industrial en la historia de la Humanidad.

INFORME DE RIESGOS GLOBALES

A principios de enero de 2016 y justo unas fechas antes del inicio del Foro de Davos, el WEF publicó su *Informe de Riesgos Globales 2016*, el cual evalúa 29 riesgos globales y 13 tendencias globales, clasificando los riesgos en cinco grandes categorías: *medioambientales, sociales, geopolíticos, económicos y tecnológicos*.

El WEF define un riesgo global como: un acontecimiento o condición incierta que de producirse puede tener un impacto negativo significativo para varios países o industrias en los próximos diez años; mientras que una tendencia global es un patrón a largo plazo que ya está teniendo lugar y que podría contribuir a ampliar los riesgos globales y/o alterar la relación entre ellos.

En lo relativo a los riesgos tecnológicos, el WEF considera los siguientes:

- Consecuencias adversas de los avances tecnológicos.
- Fraudes/amenazas masivas de datos.
- Colapso o falla grave de infraestructuras y redes de información críticas.
- Ciberataques a gran escala.

El informe destaca, en la categoría de riesgos sociales, el problema que puede producir los altos niveles de desigualdad que puede conducir a mayores niveles de malestar social. Los desequilibrios más grandes se pueden producir entre la disparidad de los ingresos, el desempleo o el subempleo recientes y la profunda inestabilidad social; un mundo hiperconectivo (conectividad global) y grandes expectativas puede generar riesgos sociales significativos si las poblaciones sienten que no tienen ninguna posibilidad de alcanzar niveles de prosperidad similares a los países más avanzados.

IMPACTOS NEGATIVOS DE LOS CAMBIOS TECNOLÓGICOS SEGÚN EL WEF

El informe del WEF fue realizado dentro del Consejo de la Agenda sobre el futuro del software y de la sociedad. Partía de la base de que el software tiene el potencial suficiente para cambiar drásticamente nuestras vidas. Los 21 cambios tecnológicos que anuncia tendrán impacto en la salud de las personas, el entorno global y las relaciones internacionales y se producirán, fundamentalmente, por los avances en el software.

La metodología utilizada plantea unos formularios a cada ejecutivo entrevistado relativa a impactos positivos, negativos y el cambio práctico que considera se producirán, en la siguiente década en cada uno de los cambios tecnológicos detectados.

Los 21 cambios tecnológicos tratados en el informe, los agruparemos en bloques temáticos similares a los tratados en profundidad en nuestra obra:

- Internet de las cosas
- Ciudades inteligentes
- Big Data
- Vehículos autónomos (coches/carros sin conductor)
- Inteligencia Artificial
- Robótica
- *Blockchain*
- La economía colaborativa

En lo relativo a riesgos (impactos negativos) hemos también optado por un estudio de los impactos negativos más reiterados en el informe, y que podemos sintetizar en los siguientes:

- Privacidad
- Vigilancia de la privacidad
- Robo de identidad
- Pérdida de empleos para mano de obra no calificada
- Ciberataques, ciberdelincuentes, vulnerabilidades frente a ataques, pirateo
- Responsabilidad: ¿Quién es el dueño de los algoritmos?
- Batalla por los algoritmos
- Confianza en los datos
- Riesgos en la economía colaborativa (privacidad, ciberseguridad)

LOS RIESGOS DE BIG DATA EN LA PRIVACIDAD

Big Data como ya conoce el lector trae grandes oportunidades a las empresas y a los usuarios, en general. Estas grandes oportunidades van desde el descubrimiento de patrones de comportamiento de los clientes de una organización o empresa, para ayudar a la creación de campañas de marketing

más personalizadas, un servicio de atención al cliente personalizado, predecir tendencias económicas, obtener mejoras en los servicios prestados por la empresa, etc.

Los grandes datos originados por Big Data y las múltiples fuentes de datos de que se alimentan, principalmente Internet de las Cosas y los datos almacenados en la nube entrañan un sinfín de oportunidades, pero también grandes riesgos en la privacidad y protección de datos. El análisis de los grandes volúmenes de datos se ha de realizar siguiendo estrictas normas legales y éticas para salvaguardar la privacidad e intimidad de las personas.

Elena Gil (2016)³ una reconocida experta en protección de datos y privacidad en el sector de big data, agrupa los riesgos más importantes de esta tendencia tecnológica (sin considerar los riesgos técnicos) en tres grandes grupos:

1. El riesgo de caer en conclusiones erróneas que nadie revisa: error por azar y error por confusión.
2. El riesgo que para las personas pueda tener la toma de decisiones automatizada sin un sesgo humano.
3. El riesgo para la privacidad de las personas

El primer riesgo se refiere la autora al error por azar y por confusión que se puede producir en el análisis de datos, debido a la posible creación de modelos predictivos no correctos y a correlaciones de variables y se pueden producir, por ejemplo, por malinterpretación de variables económicas que pueden afectar tomas de decisiones económicas de la empresa o de las administraciones públicas. Gil (2016) plantea que «después de analizar los datos es importante encontrar la verdadera relación entre las variables para poder crear un modelo predictivo. Es decir, es imprescindible poder diferenciar la *causalidad* de la *casualidad*».

El riesgo de la toma de decisiones automatizadas es, en la actualidad y lo será cada día más a medida que se despliegue la inteligencia artificial en organizaciones y empresas, uno de los más trascendentales a tener en cuenta por su posible imprevisión. La toma de decisiones automatizadas a través de algoritmos -como ya vimos en el capítulo 12- sin intervención humana. Si bien, en el desarrollo del algoritmo existe la intervención humana -los creadores de los algoritmos- una vez que se ejecuta, en muchas ocasiones, puede no existir un control humano que compruebe las decisiones y éstas se tomen de modo automático. Gil plantea que la confianza ciega en el algoritmo puede conducir a que las empresas tomen decisiones sobre las personas sin que se puedan conocer las razones en que se han apoyado. El Big Data aumenta el riesgo relacionado con la toma de decisiones de forma automatizada.

El gran número de decisiones de la vida diaria quedan sujetos a algoritmos ejecutados de forma automatizada. «El problema surge como señala Gil (2016: 53) cuando los datos que son analizados por medio de los algoritmos no son precisos o veraces, pero los individuos no tienen incentivos para corregirlos porque no son conscientes de que están siendo utilizados para tomar decisiones que les afectan»

El gran pensador actual Yuval Noah Harari en su obra Homo Deus plantea los

grandes retos que traerán a la humanidad los años futuros y como el *mundo va a cambiar radicalmente gracias a los algoritmos, el big data y la inteligencia artificial*. Según Harari, la ciencia converge en un dogma universal que afirma que los organismos, incluido el ser humano, no son más que algoritmos y que la vida es procesamiento de datos. Pronto los algoritmos nos conocerán mejor que nosotros mismos. *¿Tiene sentido, entonces, que dejemos en sus manos nuestro futuro? ¿Deben tomar ellos nuestras decisiones?* La respuesta de Harari es afirmativa.

Esta situación sobre los riesgos de *big data* en la privacidad requiere el cumplimiento de disposiciones legales como parece ya contemplar el nuevo Reglamento General de Protección de Datos de la Unión Europea, de forma que no se autoricen decisiones trascendentales para una persona sobre la única base de un análisis automático de datos. Es decir, se han de evaluar la toma de decisiones automáticas que no entrañen supervisión humana.

MEDIDAS DE SEGURIDAD EN EL CICLO DE BIG DATA

Los riesgos de seguridad que se pueden producir en un sistema de big data afectan a todas las etapas de su ciclo de vida.

Extracción de datos. Las numerosas fuentes de información de donde se obtienen los datos pueden ser: información sensible (redes sociales, foros, sensores, buscadores...), actividades diarias que generan datos (uso de las computadoras, teléfonos inteligentes, otros dispositivos...), datos especialmente protegidos (datos de carácter personal), etc.

Almacenamiento de datos. Al utilizar bases de datos distribuidas en big data, aparecen los problemas típicos de seguridad de las bases de datos: datos almacenados no son correctos y producen resultados no deseados; información tratada que no sea comprometida para los usuarios.

Procesamiento de datos. Se han de monitorizar y controlar las alertas que pueden producirse durante el procesamiento de datos.

Análisis de datos. Los problemas comentados anteriormente sobre calidad, fiabilidad, veracidad... de los datos y los resultados del análisis para una correcta toma de decisiones.

Visualización de datos. Los resultados presentados deberán estar correlacionados con las diferentes etapas del ciclo de vida de los datos.

El acceso a los datos debe asegurarse que los datos proceden de fuentes confiables y que la compartición de datos entre organizaciones o empresas se deben cumplir, estrictamente, las normas de privacidad de las normativas legales vigentes. En caso de ceder datos a terceras partes, se debe controlar a qué información accede esa empresa y que sea, estrictamente, la autorizada.

Entre las medidas de seguridad que se deben tener presente en la administración de los sistemas de big data se han de considerar las siguientes:

- *Anonimato de datos.* Eliminar todo rastro de información que pueda identificar a una persona (p. e. datos médicos o historias clínicas deben estar codificados los datos para que no sean accesibles).

- *Cifrado de datos sensibles.* Solo aquellas personas autorizadas tendrán acceso a los mismos.
- *Control de acceso y monitorización.* Establecer políticas de control de acceso. Velar porque se exija el cumplimiento de las políticas implementadas.
- *Aplicar soluciones de seguridad tales como análisis de riesgos,* soluciones de seguridad utilizando inteligencia artificial, análisis de big data buscando anomalías o riesgos de seguridad y técnicas de cifrado de datos.

LA ÉTICA Y LA RESPONSABILIDAD SOCIAL DE LAS EMPRESAS

La computación socialmente responsable es un asunto clave en los negocios actuales, ya que las acciones de los trabajadores de la información afectan a casi todos los departamentos de la empresa y a otros empleados.

La responsabilidad social corporativa o de la empresa se refiere al comportamiento ético y legal de la empresa como entidad. Las leyes definen una sociedad más justa con comportamientos legales y adecuados, y enfatizan en las acciones de gobierno con respuestas a comportamientos adecuados. La ética se refiere, por el contrario, a principios o estándares morales que ayudan en la guía del comportamiento, acciones y decisiones.

Los dilemas éticos son elecciones difíciles que implican objetivos en conflictos, responsabilidades y lealtades que pueden o no ser cubiertos por las leyes. Existen numerosas situaciones en que los trabajadores de la información se enfrentan a dilemas éticos; enumeramos algunas de las más usuales, reconocidas por empresas y trabajadores:

- Visualizar el correo electrónico de los miembros de un equipo o de subordinados.
- Recomendar el envío de listados de correos (*mailing*) de clientes a otros negocios.
- Utilizar un navegador durante el horario laboral para realizar otras tareas comerciales ajenas a la empresa.
- Implementar un sistema que gestione los expedientes de crisis de las empresas (en España son conocidos como ERE).
- Consultas de redes sociales, blogs... personales durante la realización de la jornada laboral.
- Etcétera.

EN EL DILEMA ÉTICO

Schwab (2016:128-129), en el capítulo 3 -de su citada obra- dedicado al Impacto de la cuarta revolución industrial, y cuando trata el apartado de Individuo, dedica una sección especial⁴ al planteamiento de preguntas éticas en la nueva sociedad, al considerar que los avances tecnológicos nos están empujando a nuevas fronteras de la ética. Así Schwab se hace las preguntas siguientes en torno a la inteligencia artificial y la robótica:

- ¿Qué hacemos? ¿Confiar en el asesoramiento prestado por un algoritmo o en el que ofrecen familiares, amigos o colegas?
- ¿Consultamos a un médico robot controlado por inteligencia artificial con una tasa de éxito en el diagnóstico casi perfecto, o nos quedamos con nuestro médico humano de toda la vida y sus consejos de confianza?
- ¿El desarrollo futuro de la sociedad nos puede conducir a una situación en la cual los mismos seres humanos comiencen a actuar como robots?

Evidentemente, confiamos en el poder predictivo de la inteligencia artificial, y en especial en los algoritmos y técnicas de aprendizaje automático y aprendizaje profundo. Sin duda la confianza ciega en los algoritmos es uno de los grandes riesgos éticos, tanto a nivel personal como en la toma de decisiones de las empresas que realizan, sin que los empleados y clientes puedan saber que se han tomado.

Por suerte, según Elena (2016), el nuevo Reglamento de Protección de Datos de la Unión Europea ya ha introducido una disposición por la que se prohíbe tomar decisiones trascendentales para una persona sobre la única base de un análisis automático de datos.

EL DEBATE ÉTICO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA UNIÓN EUROPEA Y EN ESTADOS UNIDOS

Ya en el capítulo 8 dedicado a la IA se comentó la Declaración de Barcelona sobre la Inteligencia Artificial y la redacción de un manifiesto que sirviera de alerta en el uso de los sistemas y aplicaciones inteligentes en la UE.

Los gobiernos de Estados Unidos y el Parlamento Europeo han debatido sobre los usos de la inteligencia artificial para establecer los límites éticos y legales de esta tecnología que cada vez afecta más a ámbitos de nuestra vida. Una de las esferas que preocupa -actualmente- es el gran avance de los coches (carros) autónomos y sin conductor que toman decisiones por sí mismo y pueden tener consecuencias no deseadas: ¿Hace falta poner límites a los sistemas autónomos

de inteligencia artificial? ¿Quién es el responsable si algo sale mal? Los eurodiputados están abogando por seguros obligatorios de este tipo de vehículos para indemnizar a las víctimas de los accidentes que provoquen.

La inteligencia artificial basada en datos requiere un uso eficiente de las técnicas y analíticas de big data junto con una gran potencia informática para alcanzar niveles de rendimiento adecuados, pero estas circunstancias influyen considerablemente en los comportamientos de los algoritmos, de los robots y de las técnicas de aprendizaje automático, y ello requiere de una normalización de las leyes y directivas europeas y de restantes países, así como planteamientos éticos que se deben exigir a diseñadores, desarrolladores, empresarios, distribuidores y usuarios en general.

EVALUACIÓN DE IMPACTO EN LA PROTECCIÓN DE DATOS

Cada día se ponen en circulación nuevos productos y servicios que hacen uso intensivo de datos personales y tienen un fuerte impacto en la esfera de la vida privada. Los altos volúmenes de datos que circulan por las redes de comunicaciones y aquellos otros que se encuentran almacenados en centros de datos propios de la organización o de la nube, hacen que la información por sí sola adquiera cada vez un mayor valor económico. Por ello, la AEPD (Agencia Española de Protección de Datos) contempló la necesidad de considerar un nuevo enfoque que contribuyera a respetar los derechos de las personas y a fortalecer la confianza de los clientes y usuarios.

Así, en 2014 y adelantándose al futuro reglamento de protección de datos de la UE que ya contempla esta figura de soporte, publicó una *Guía para la Evaluación del Impacto en la Protección de Datos*⁵, donde propone para los responsables del tratamiento de datos personales en los sectores público y privado, un enfoque de *privacidad desde el diseño* que propugna que las cuestiones de privacidad y protección de datos se tomen en consideración de la fase inicial, desde el momento mismo del diseño de un producto o servicio. La Guía propone una herramienta muy útil para avanzar en la privacidad desde el diseño: evaluaciones de impacto en la privacidad o en la protección de datos o PIA como se le conoce en países anglosajones (**PIA**, *Privacy Impact Assessments*).

Una PIA o una Evaluación de Impacto en la Protección de los Datos Personales (**EIPD**) como la define la AEPD, es en esencia: «un ejercicio de análisis de los riesgos que un determinado sistema de información, producto o servicio puede entrañar para el derecho fundamental a la protección de datos de los afectados, y tras ese análisis afrontar la gestión eficaz de los riesgos identificados mediante la adopción de las medidas necesarias para eliminarlos o mitigarlos»,

La AEPD enumera una larga lista de situaciones en las que sería aconsejable llevar a cabo una evaluación de impacto, y hemos extraídos dos de las

situaciones recomendadas y de mayor impacto en las tecnologías disruptivas y facilitadoras de la Industria 4.0 y, por ende, la cuarta revolución industrial.

- «Cuando se traten grandes volúmenes de datos personales a través de tecnologías como la de datos masivos (*Big data*), internet de las cosas (*Internet of Things*) o el desarrollo y la construcción de ciudades inteligentes (*smart cities*)».
- «Cuando se vayan a utilizar tecnologías que se consideran especialmente invasivas con la privacidad como la videovigilancia a gran escala, la utilización de aeronaves no tripuladas (drones), la vigilancia electrónica, la minería de datos, la biometría, las técnicas genéricas, la geolocalización o la utilización de etiquetas de radiofrecuencia⁶, RIFD (especialmente si forman parte de la llamada Internet de las cosas) o cualquier otras que puedan desarrollar en el futuro».

EL NUEVO REGLAMENTO DE PROTECCIÓN DE DATOS Y DE PRIVACIDAD DE LA UNIÓN EUROPEA (25 DE MAYO DE 2016)

El 27 de abril de 2016, el Parlamento y el Consejo Europeo aprobaron en Bruselas el Reglamento General de Protección de Datos (UE 2016/679), el cual se centra en el tratamiento de datos personales y su libre circulación, y deroga la Directiva 95/46/EC que ejercía como anterior reglamento.

Entró en vigor el 25 de mayo del citado año, pero no comenzará a aplicarse hasta dos años después, el 25 de mayo de 2018. Hasta entonces, tanto la Directiva 95/46 como las normas nacionales que la trasponen, entre ellas la española, siguen siendo plenamente válidas y aplicables. Este nuevo reglamento protege más la privacidad y se da más control a los internautas sobre su información privada tanto en redes sociales, teléfonos inteligentes, banca en línea, etc., de manera que puedan decidir qué información desean compartir.

NOVEDADES DEL NUEVO REGLAMENTO

Estrella Barrionuevo, abogada de la Asesoría Jurídica de Telefónica España, se adelantó a la entrada en vigor del Reglamento y publicó un artículo en el Blog *aunclicdelastic* del también blog de Telefónica, *blogthinkbig.com*, con las novedades más sobresalientes, en su opinión, del nuevo Reglamento de Protección de datos de la Unión Europea. Un resumen de estas novedades es el siguiente⁷:

- «Introducción del concepto *pseudonimización* como categoría intermedia entre los datos personales y los datos anónimos.
- En cuanto al consentimiento, se concreta en forma específica que será necesario que el usuario realice una acción afirmativa para consentir, de manera que las casillas *premarcadas* o la inactividad del usuario no constituirá un consentimiento válido, lo que elimina la posibilidad del conocimiento tácito.
- Se modifica la edad por defecto para que los menores puedan consentir por sí mismos y no a través de quien ostente su patria potestad, que pasa de los 14 años que establece actualmente la LOPD a 16, aunque este límite podrá reducirse por parte de los estados miembros, sin bajar de los 13 años.
- Nuevos derechos para el usuario
 - Derecho al olvido
 - Derecho a la portabilidad de los datos personales
- Se crea el nuevo rol profesional de **DPO** (*Data Protection Officer*), Delegado o Director de Protección de Datos para administraciones públicas y entidades que traten datos personales a gran escala.
- Se establece la obligación de realizar análisis de riesgos y evaluaciones de impacto para determinar el cumplimiento normativo.
- Se amplía la obligación de comunicar las brechas o incidentes de seguridad, tanto a los afectados como a la AEPD, a todos los operadores del mercado que traten datos de carácter personal, en un plazo de 72 horas».

RECOMENDACIONES DE LA AEPD SOBRE EL NUEVO REGLAMENTO

La AEPD ha elaborado y publicado un documento simplificado cuyo objetivo es intentar resolver las posibles dudas de los ciudadanos, organizaciones y empresas, relativas a la puesta en marcha del mencionado Reglamento de la UE. El modo elegido para redactar el documento ha sido el de pregunta-respuesta y para ello ha seleccionado un conjunto de doce preguntas clave con respectivas respuestas y cuya lectura y consulta recomendamos, precisamente, basadas en la procedencia de la fuente, AEPD⁸. Estas preguntas son:

1. La entrada en vigor del Reglamento, ¿supone que ya no se aplica la Ley Orgánica de Protección de Datos Española?

2. ¿Cuál es, entonces, el significado de que el Reglamento haya entrado en vigor?
3. ¿A qué empresas u organizaciones se aplica?
4. ¿Qué implica para los ciudadanos que el Reglamento amplíe el ámbito de aplicación territorial?
5. ¿Qué nuevas herramientas de control de sus datos poseen los ciudadanos?
6. ¿A qué edad pueden los menores prestar su consentimiento para el tratamiento de sus datos personales?
7. ¿Qué implica la responsabilidad activa recogida en el Reglamento?
8. Entonces, ¿supone una mayor carga de obligaciones para las empresas?
9. ¿Cambia la forma en la que hay que obtener el consentimiento?
10. ¿Deben las empresas revisar sus avisos de privacidad?
11. ¿En qué consiste el sistema de ‘ventanilla única’?
12. ¿Tienen las empresas que empezar a aplicar ya las medidas contempladas en el Reglamento? No, el Reglamento está en vigor, pero no será aplicable hasta 2018.

EL DELEGADO DE PROTECCIÓN DE DATOS (DPO)

La principal responsabilidad del DPO⁹ consiste en garantizar el cumplimiento de la normativa de privacidad y protección de datos de su organización, institución, empresa o corporación. Sus funciones serán independientes del Director de Seguridad y no subordinadas al mismo; su diferencia principal será que el DPO se dedicará en exclusivo a sus funciones y no como hasta ahora que, normalmente, las tareas de protección de datos recaían en el director de seguridad.

El DPO deberá ser designado atendiendo a sus cualidades profesionales y, en particular, a sus conocimientos especializados de la legislación y las prácticas en materia de protección de datos, y a su capacidad para ejecutar los cometidos contemplados en el Reglamento.

Existe así la obligación de contratar un Delegado de Protección de Datos (DPO) en organizaciones e instituciones públicas y en entidades con más de 250 trabajadores. En el caso de entidades con menos de 250 empleados, será obligatorio el DPO cuando necesiten un seguimiento sistemático y periódico de los datos personales tratados para la monitorización o investigación de

mercados, análisis de riesgos o datos crediticios o de solvencia patrimonial, así como cuando traten los citados datos catalogados de especialmente protegidos.

COMPETENCIAS PROFESIONALES

Las competencias del DPO son:

1. Tendrán que ser profesionales que puedan acreditar formación y conocimientos especializados en materia de protección de datos.
2. Sus funciones básicamente serán asegurar el cumplimiento normativo de la protección de datos, haciendo compatible el funcionamiento de la organización, la consecución de los objetivos lícitos y legítimos de su actividad y la garantía del derecho a la protección de datos y la seguridad de la información.
3. El DPO será el interlocutor necesario con la Autoridad de Control de la Protección de Datos.
4. El DPO puede establecerse a través de contratación externa o mediante designación dentro de la plantilla de la organización.

EVALUACIÓN DE IMPACTO EN LA PRIVACIDAD

El Reglamento General contempla otro instrumento para garantizar el cumplimiento, es la «evaluación de impacto en la privacidad» (*Privacy Impact Assessments*, PIA), aplicable en el caso de que sea probable que un tratamiento suponga un riesgo elevado para los derechos y las libertades de personas físicas.

El auge de nuevos modelos de negocio, comunicaciones y medios tecnológicos como: las tecnologías *wearables*, la expansión del *Internet of Things* (IoT), la progresiva implantación de soluciones de cruzamiento masivo de datos o *Big Data*, el procesamiento de datos sensibles de carácter religioso o ideológico, el tratamiento de datos biométricos, la geolocalización, las nuevas fronteras en el ámbito de la ciberseguridad, hasta el *fingerprinting* o la tecnología de reconocimiento facial en redes sociales, dan lugar a nuevos riesgos que pueden tener consecuencias con carácter simultáneo en distintas localizaciones, lo que da valor no solamente al desarrollo de este marco unificado a nivel europeo, sino también a la necesaria existencia de los *Data Protection Officer* en el seno de las organizaciones.

Así, el Reglamento General exige en su artículo 33 la evaluación de impacto relativa a la protección de datos cuando sea probable que un tipo de tratamiento, en particular si utiliza nuevas tecnologías, por su naturaleza, alcance, contexto o fines, suponga un alto riesgo para los derechos y libertades de las personas.

PRIVACIDAD DESDE EL DISEÑO

Mañas (2016)¹⁰ destaca el principio de privacidad desde el diseño contemplado en el nuevo reglamento de la UE: «La nueva regulación garantizará que la salvaguarda de la protección de datos se incorpora a los productos y servicios desde sus primeros estadios de desarrollo (Data protection by design). Se fomentarán las técnicas “Privacy-friendly”, como la pseudoanonimización, para salvaguardar los beneficios de la innovación en Big Data, a la vez que se protege la privacidad.»

Este principio de privacidad desde el diseño (art. 25.1) significa según Mañas que en el diseño de aplicaciones que traten datos personales, se tiene que garantizar la privacidad de los mismos desde el principio. Esto implica, por ejemplo, que, en materia de redes sociales, los perfiles de privacidad de los usuarios estarán por defecto cerrados a otros usuarios, debiendo ser el usuario quien los abra a otros.

Igualmente destaca Mañas la importancia del consentimiento en las operaciones de tratamiento de datos, que ha de ser «libre, específico, informada e inequívoco y el responsable del tratamiento de los datos deberá poder probar que el titular “consintió el tratamiento de sus datos”».

GUÍA DE PRIVACIDAD Y SEGURIDAD EN INTERNET (AEPD/INCIBE)

El 7 de octubre de 2016, la Agencia Española de Protección de Datos (AEPD) y el Instituto Nacional de Ciberseguridad (INCIBE) presentaron la Guía de Privacidad y Seguridad en Internet¹¹ con consejos y recomendaciones prácticas para el ciudadano y cuyo objetivo es ofrecer información práctica sobre cómo reducir esos riesgos a los que pueden exponerse cuando utilizan determinados servicios.

En la presentación oficial de la Guía, se destaca que «Buena parte de los servicios más populares de la Red se prestan utilizando gran cantidad de información y datos personales que aportan los propios usuarios. La Agencia e INCIBE consideran que la privacidad y la seguridad son aspectos fundamentales que deben tenerse en cuenta para minimizar los riesgos que pueden llegar a producirse en un mundo hiperconectado.»

La Guía tiene un total de 18 fichas prácticas en las que se abordan temas como la importancia de proteger los dispositivos portátiles; generar y gestionar contraseñas; en qué consiste la verificación en dos pasos; cómo realizar copias de seguridad o proteger el correo electrónico; configurar el navegador para que no almacene todos los pasos que se dan mientras se navega por internet; gestionar la información que se almacena en la nube; configurar el perfil en las redes sociales o dónde recurrir para educar a los menores en un uso seguro de internet, sin olvidar temas como el phishing o la protección de redes WiFi.

Los temas tratados en las fichas se señalan en la Tabla 14.1.

Tabla 14.1 Títulos de las fichas de la Guía de Privacidad y Seguridad en Internet

Ficha 1	Tus dispositivos almacenan mucha información privada ¿Te habías detenido a pensarlo?
Ficha 2	¿Por qué son tan importantes las contraseñas?
Ficha 3	¿Son suficientes las contraseñas?
Ficha 4	No esperes a tener un problema para realizar copias de seguridad
Ficha 5	¿Será fiable esta página?
Ficha 6	¿Tengo obligación de dar mis datos cuándo me los piden?
Ficha 7	¿Cómo puedo eliminar datos personales que aparecen en los resultados de un buscador?
Ficha 8	¿Cómo puedo usar el navegador para que no almacene todos los pasos que doy por Internet?
Ficha 9	¿Quién puede ver lo que publico en una red social?
Ficha 10	Identificando timos y otros riesgos en servicios de mensajería instantánea
Ficha 11	Toda la información que se publica en Internet ¿es cierta?
Ficha 12	Phishing: el fraude que intenta robar nuestros datos personales y bancarios
Ficha 13	¡Qué le pasa a mi conexión de Internet!
Ficha 14	Quiero proteger mi correo electrónico
Ficha 15	¿Qué tengo que tener en cuenta si guardo mi información personal en la nube?
Ficha 16	¿Puedo compartir ficheros por Internet de forma segura?
Ficha 17	No tengo claro para qué está utilizando mi hijo Internet, ¿qué puedo hacer?
Ficha 18	¿Las pulseras y relojes que miden la actividad física son seguros?

Fuente: Agencia Española de Protección de Datos/Instituto Nacional de Ciberseguridad

https://www.agpd.es/portalwebAGPD/canaldocumentacion/publicacion/es/common/Guias/2016/Privacidad_y_Seguridad_en_Internet.pdf

Cada ficha desarrolla el tema correspondiente con la información esencial e incluye enlaces y contenidos que se encuentran desarrollados en las páginas de

la AEPD y de INCIBE (en la página de la OSI, Oficina de Seguridad del Internauta). En todas las fichas se incluye de modo muy práctico y de fácil lectura, un catálogo de “Consejos y Recomendaciones”

EL ESCUDO DE PRIVACIDAD UNIÓN EUROPEA-EE.UU

La Comisión Europea adopta y pone en marcha el Escudo de la Privacidad (*Privacy Shield*) UE-EE. UU¹²: “más protección para los flujos de datos transatlánticos”, el día 23 de julio de 2016.

Este nuevo marco protege los derechos fundamentales de cualquier persona de la UE cuyos datos personales se transfieran a los Estados Unidos y aporta claridad jurídica para las empresas que dependen de transferencias transatlánticas de datos.

El Escudo de la privacidad UE-EE. UU se basa en los siguientes principios:

- Obligaciones rigurosas para las empresas que trabajan con datos.
- Obligaciones en materia de transparencia y salvaguardias claras para el acceso de la administración estadounidense: los Estados Unidos han dado a la UE garantías de que el acceso de las autoridades públicas a efectos de aplicación de la ley y de seguridad nacional está sujeto a limitaciones, salvaguardias y mecanismos de supervisión claros.
- Protección eficaz de los derechos individuales.
- Mecanismo de revisión conjunta anual.

RESUMEN

La Cuarta Revolución Industrial y la Industria 4.0 entrañan grandes retos y oportunidades, pero también grandes riesgos, especialmente en la privacidad y protección de datos de las personas, organizaciones y empresas.

Los pilares tecnológicos fundamentales de la Industria 4.0 (*Big Data*, Internet de las Cosas, Inteligencia Artificial, Ciberseguridad, Computación en la nube) requieren políticas específicas, así como cumplimiento de las leyes y normas nacionales e internacionales de privacidad y protección de datos, y estrategias empresariales de responsabilidad social corporativa. Los temas de mayor interés tratados en el capítulo son:

- Los grandes cambios sociales de la cuarta revolución industrial requieren un conocimiento profundo de los riesgos inherentes a las tecnologías disruptivas de Industria 4.0.

- Un resumen de la 11.^a edición del *Informe Riesgos Globales 2016* (enero 2016) se describen en el capítulo destacando las formas en las que los riesgos globales podrían evolucionar e interactuar en la próxima década. Los riesgos se clasifican en cinco grandes categorías: *medioambientales, sociales, geopolíticos, económicos y tecnológicos*.
- La 12.^a edición del *Informe de Riesgos Globales 2017* del Foro Económico Mundial (publicado en enero de 2017: <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2017>) analiza las tres tendencias principales que pueden agravar los riesgos globales en 2017 si no se toman medidas urgentes: *La desigualdad económica, la polarización social y los crecientes peligros medioambientales*.
- Las tecnologías de *big data* aportan grandes ventajas a la sociedad, pero también traen consigo grandes riesgos a la privacidad que será necesario tener presente en las estrategias corporativas junto con el establecimiento de medidas de seguridad en el ciclo de big data.
- El 25 de mayo de 2016 se aprobó el nuevo reglamento de protección de datos y de privacidad de la Unión Europea (RGPD: https://www.agpd.es/portaIwebAGPD/temas/reglamento/common/pdf/guia_rgpd.pdf) y entrará en vigor el 25 de mayo de 2018.
- El RGPD crea un nuevo rol profesional: el **DPO** (*Data Protection Officer* -Delegado/Director de Protección de Datos). Será obligatorio su incorporación o contratación externa para determinadas organizaciones y empresas que cumplan los requerimientos exigidos en el RGPD.
- En España, la AEPD (Agencia Española de Protección de Datos) y el INCIBE (Instituto Nacional de Ciberseguridad) publicaron en octubre de 2016 una Guía de Privacidad y Seguridad en Internet que recomendamos su consulta al lector.

BIBLIOGRAFÍA

- **AEPD** (2014) *Guía para la Evaluación del Impacto en la Protección de Datos*. Madrid: AEPD 2014. [en línea: https://www.agpd.es/portaIwebAGPD/canaIdocumentacion/publicaciones/common/Guias/Guia_EIPD.pdf]
- **AEPD/INCIBE**. (2016) *Guía de Privacidad y Seguridad en Internet*. Madrid: León, 2016.

https://www.agpd.es/portalwebAGPD/canaldocumentacion/publicaciones/common/Guias/2016/Privacidad_y_Seguridad_en_Internet.pdf

- **APARICIO, J. P y BATUECAS, A.** (2015). *En torno a la privacidad y la protección de datos en la sociedad de la información*. Granada: Editorial Comares
- **BBVA** (2014). *Reinventar la empresa en la era digital*. Openmind/BBVA, 2014.
- **CSIRT-CV** (2015). *Seguridad de Internet de las cosas. Estado del arte*. Valencia. 2015 www.csirtc.gva.es.
http://www.csirtcv.gva.es/sites/all/files/downloads/%5BCSIRT-CV%5D%20Informe-Internet_de_las_Cosas.pdf
- **GIL, ELENA.** (2016) *Big data, privacidad y protección de datos*. Madrid: AEPD/Agencia Estatal BOE, 2016.
- **NOTICIAS JURÍDICAS** (2016).
<http://noticias.juridicas.com/actualidad/noticias/11050-contenido-y-novedades-del-reglamento-general-de-proteccion-de-datos-de-la-ue-reglamento-ue-2016-679-de-27-de-abril-de-2016/>
- **QUESADA, ADRIÁN.** (2015) *Protección de datos y telecomunicaciones convergentes*. Madrid: AEPD/Agencia Estatal BOE, 2015.
- **WEF** (2015). *Deep Shift Technology Tipping Points and Societal Impact*. Septiembre, 2015.
http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf

NOTAS:

¹ *Deep Shift Technology Tipping Points and Societal Impact*. http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf. El artículo de presentación del informe escrito por Hans Brechbuhl.

² *Informe de riesgos globales 2016 (Global Risk Reports 2016)*. http://www3.weforum.org/docs/GRR/WEF_GRR16.pdf

³ GIL, Elena. *Big data, privacidad y protección de datos*. Madrid: AEPD/Agencia Estatal BOE, 2016. El excelente libro de Elena Gil, consiguió el Accésit 2015 de la XIX edición del Premio Protección de Datos personales de investigación de la Agencia Española de Protección de Datos (AEPD).

⁴ Klaus Schwab. *Op. cit.*, pp. 128-129. Cuadro H. En el límite ético.

⁵ AEPD. *Guía para la Evaluación del Impacto en la Protección de Datos*. Madrid: 2014. [en línea: https://www.agpd.es/portalwebAGPD/canaldocumentacion/publicaciones/common/Guias/Guia_EIPD.pdf]

⁶ La Unión Europea en 2011 publicó un documento en que advertía del impacto sobre la protección de datos y la intimidad en las aplicaciones basadas en identificación por radiofrecuencia (RFID).

⁷ aunclicdelastic.blogthinkbig.com/nuevo-reglamento-europeo-de-proteccion-de-datos- [consultado el 27 de julio, 2016]

⁸ www.agpd.es

⁹ *Efren Díaz*. http://tecnologia.elderecho.com/tecnologia/privacidad/Protection-Officer-DPO-Reglamento-Proteccion-Datos-UE_11_945055002.html

¹⁰ José Luis Piñar Mañas, catedrático de Derecho Administrativo y ex director de la AEPD, en un artículo publicado en: <http://noticias.juridicas.com/actualidad/noticias/11050-contenido-y-novedades-del-reglamento-general-de-proteccion-de-datos-de-la-ue-reglamento-ue-2016-679-de-27-de-abril-de-2016/>

¹¹ https://www.agpd.es/portalwebAGPD/canaldocumentacion/publicaciones/common/Guias/2016/Privacidad_y_Seguridad_en_Internet.pdf

¹² europea.eu/rapid/press-release_IP_16_2461_es.htm

CAPÍTULO 15

EL FUTURO TECNOLÓGICO, DOS REALIDADES: INDUSTRIA 4.0 Y CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL (TENDENCIAS TECNOLÓGICAS 2017-2020)

“El mundo va a cambiar radicalmente gracias a los algoritmos, el big data y la inteligencia artificial, y de ahí podremos extraer las mejores soluciones.” Yuval Noah Harari (Kiryat Ata, Israel, 1976) se convirtió en el autor de moda en el mundo del ensayo con 'Sapiens. De animales a dioses', un texto que vendió más de un millón de ejemplares en todo el mundo. Pero su nueva obra, 'Homo Deus' (Ed. Debate) va a ser mucho más controvertida. Tiene tesis muy potentes, pero que se resumen en una: el futuro traerá un ser humano muy mejorado.

Pronto los algoritmos nos conocerán mejor que nosotros mismos. ¿Tiene sentido, entonces, que dejemos en sus manos nuestro futuro? ¿Deben tomar ellos nuestras decisiones? La respuesta de Harari es afirmativa. Es más, resulta el escenario más probable, incluso aunque no queramos. Pero eso no ocurrirá sin que se generen problemas. En el nuevo escenario, los humanos perderán su utilidad económica y militar, de modo que el sistema económico y político dejará de atribuirles valor, salvo a aquellos que se convertirán en una nueva élite.

2017, según todos los pronósticos, será el asentamiento de las tecnologías más innovadoras que han marcado el año 2016. El asentamiento de Big Data –ya una realidad hace unos años– y **Big Data & Analytics** como la tendencia más consolidada y solicitada en organizaciones y empresas; **Internet de las cosas (IoT)** como segundo pilar de la nueva sociedad con los miles de millones de objetos

conectados entre sí a través de Internet, y la **Inteligencia Artificial Aplicada**, un pilar que se ha consolidado a lo largo de 2016 y ha pasado de ser un proyecto avanzado y muy antiguo en años de investigación pura y desarrollos lejanos al devenir de las compañías, a ser un tecnología emergente y con grandes despliegues en forma de numerosas aplicaciones de sus dos tecnologías más significativas desde el punto de vista del mercado y de los negocios: **aprendizaje automático** (*machine learning*) y **aprendizaje profundo** (*deep learning*). El futuro de las organizaciones y empresas viene señalado por la llegada de la transformación digital a numerosas organizaciones y empresas —tratada en la Parte I— junto con el asentamiento y despliegue de la mayoría de las tecnologías tratadas en la Parte II, así como las tendencias tecnológicas, económicas y sociales descritas a lo largo de la Parte III.

El último trimestre de cada año y los primeros meses del siguiente año son propensos a la aparición de predicciones y tendencias tecnológicas para el futuro (en nuestro caso el año 2017 y siguientes). Una de las consultoras con impacto mundial y cuyos estudios e informes son muy reconocidos por las organizaciones y empresas de todos los sectores, es Gartner. Por esta razón, para tratar de aventurar por dónde irán las tendencias tecnológicas del futuro a partir del 2017 y siguientes, optamos por estudiar dos informes publicados por Gartner relativos a sus predicciones de innovaciones tecnológicas, informes y estudios que, por otra parte, se suelen cumplir en un porcentaje muy alto.

Analizaremos tres informes sobre tendencias tecnológicas de impacto para 2017 y que tendrán influencia en los siguientes años: 1 Tecnologías emergentes del WEF; 2. Tendencias tecnológicas estratégicas para 2017 de Gartner y 3. Tendencias tecnológicas para 2017 de Accenture. *Los tres informes tienen una tecnología en común: blockchain (cadenas de bloques); sin lugar a dudas como ha pronosticado Don Tapscott, la **revolución Blockchain**, o como la ha denominado la revista MIT Technology Review. **Blockchain: la revolución silenciosa**.*

TECNOLOGÍAS EMERGENTES SEGÚN EL WORLD ECONOMIC FORUM (WEF)

El 28 de junio de 2016, Oliver Cann, Director de Media Relations, del World Economic Forum presentó el estudio anual de las *10 principales Tecnologías Emergentes*, en este caso de 2016.

Una amplia gama de tecnologías de vanguardia, incluyendo las baterías capaces de proporcionar energía a pueblos enteros, los paneles solares de inteligencia artificial y la nueva generación de "conciencia social", pronto podrían estar jugando un papel en la lucha contra los desafíos más grandes del mundo, según una lista publicada por el Foro Económico Mundial.

"La tecnología tiene un papel fundamental que desempeñar para abordar cada uno de los principales desafíos que enfrenta el mundo, sin embargo, también plantea riesgos económicos y sociales significativos. Al entrar en la cuarta revolución industrial, es vital que desarrollemos normas y protocolos comunes para asegurar que la tecnología sirva a la humanidad y contribuya a un futuro próspero y sostenible", dijo Jeremy Jurgens, Jefe de Información e Interacción, miembro del Comité Ejecutivo, Foro Económico Mundial.

"La exploración de horizontes de tecnologías emergentes es crucial para mantenerse al tanto de los acontecimientos que pueden transformar radicalmente nuestro mundo, lo que permite el análisis de expertos en preparación oportuna para estos disruptores. La comunidad mundial debe unirse y ponerse de acuerdo sobre principios comunes si nuestra sociedad quiere aprovechar los beneficios de estas tecnologías", dijo el Dr. Bernard Meyerson, director de innovación de IBM y Presidente del Meta-Consejo del Foro Económico Mundial de Tecnologías Emergentes, un panel de expertos a nivel mundial.

Uno de los criterios utilizados por los miembros del Meta-Consejo durante sus deliberaciones, es la probabilidad de que 2016 haya representado un punto de inflexión en el despliegue de cada tecnología. Por lo tanto, la lista incluye algunas de las tecnologías que se han conocido desde hace varios años, pero sólo ahora están llegando a un nivel de madurez en que su impacto se puede sentir de manera significativa.

Para elaborar esta lista, el Meta-Consejo se basó en la experiencia colectiva de las comunidades del Foro para identificar las tendencias tecnológicas recientes más importantes. Al hacerlo, el Meta-Consejo tiene el objetivo de dar a conocer su potencial y contribuir a cerrar las brechas en la inversión, la regulación y la comprensión del público que tan a menudo frustra el progreso. Compilada por el Meta-Consejo y publicada en colaboración con la revista *Scientific American*, destaca los avances tecnológicos que sus miembros creen tienen el poder de mejorar la vida, transformar las industrias y salvaguardar el planeta.

La lista de las *10 tecnologías emergentes*¹ de 2016 es la siguiente.

1. INTERNET DE LAS NANOCOSAS

Es una extensión del Internet de las Cosas a nanosensores. Esta tecnología se basa en sensores suficientemente pequeños para que puedan circular a través de los cuerpos vivos o mezclarse directamente con diferentes materiales [de construcción]. Es un primer paso crucial hacia un Internet de las Nanocosas (IoNT) que podría transformar la medicina, las ciencias ambientales y muchos otros sectores.

2. ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN ESCALA DE RED (GRAN ESCALA)

El uso de la energía solar y eólica está creciendo a un ritmo exponencial y compuesta de elementos de la naturaleza difíciles de controlar. Es necesario buscar nuevos sistemas que permitan almacenar esta energía a gran escala y facilitar la utilización de estas energías renovables. Entre estas nuevas tecnologías se incluyen batería de iones de sodio y zinc-aire, que son mucho más eficientes y económicos.

3. CADENA DE BLOQUES [*BLOCKCHAIN*]

La cadena de bloques (*blockchain*), como ya se ha tratado en otras secciones de este libro, es una base de datos descentralizada donde las transacciones electrónicas se registran en forma segura y verificada. Uno de los pilares de la futura economía mundial se basará en transacciones en cadena de bloques y las intervenciones de terceras partes puede que no sean necesarias.

4. MATERIALES 2D

Los nuevos materiales innovadores como el grafeno son cada vez más económicos y versátiles que los actuales y podrían ofrecer mejoras radicales para la energía solar y la contaminación del aire. Asimismo, estas mejoras podrían impactar en la producción y abaratar los costos de todo tipo de productos.

5. VEHÍCULOS AUTÓNOMOS

El desarrollo de vehículos autónomos o sin conductor se ha acelerado rápidamente con empresas como Tesla, que ya producen modelos para el consumidor. Es probable que los vehículos semiautónomos puedan estar disponibles para la producción en masa antes de lo esperado. La producción de vehículos autónomos están equipados con conectividad de datos y según la consultora Gartner se previó que alcanzaría 12,4 millones en 2016 y aumentaría a 61 millones en 2020.

6. ÓRGANOS EN CHIPS

Los órganos en chips son modelos en miniatura que pueden emular efectivamente a los órganos humanos, permitiendo que se ensayen nuevos fármacos con mayor precisión y se sustituya la experimentación con animales.

7. CÉLULAS SOLARES DE PEROVSKITA

Es un nuevo tipo de célula solar que es mucho más eficiente en la generación de energía. El desarrollo rápido de estas células solares podría proporcionar una fuente confiable de energía limpia en todo el mundo.

8. ECOSISTEMA ABIERTO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Las tecnologías de IA que interpretan el habla, el texto, el comportamiento financiero y las condiciones de la salud pronto serán capaces de proporcionar asistencia y apoyo igual o superior a los de un asistente personal humano. La importancia de la inteligencia artificial y el impacto que está llegando a la vida real ya las hemos comentado en varias ocasiones. Buena prueba de ello fue la publicación en octubre de 2016 de la *Estrategia de Inteligencia Artificial* del Gobierno de los Estados Unidos.

9. OPTOGENÉTICA

Con la optogenética los neurocientíficos pueden activar y desactivar las neuronas en forma selectiva con un nivel de precisión sin precedentes.

La Organización Mundial de la Salud estima que los trastornos mentales afectan a una de cada cuatro personas en el mundo, con consecuencias a largo plazo para los individuos y las sociedades. La optogenética puede tener un impacto revolucionario en el tratamiento de los trastornos mentales tales como la epilepsia y el mal de Parkinson.

10. INGENIERÍA METABÓLICA DE SISTEMAS

Las preocupaciones por el cambio climático y la dependencia de los combustibles fósiles están dando lugar a una economía de base biológica. Los microorganismos que pueden estar contenidos en forma segura y sin problemas éticos se están utilizando como "*biofactorías*" para la producción de productos químicos y materiales sostenibles, que se utilizarán para producir productos más amigables con el medio ambiente, sin huella de carbono.

TENDENCIAS TECNOLÓGICAS ESTRATÉGICAS PARA 2017 (GARTNER)

En el mes de octubre y como suele ser tradicional desde hace bastantes años, la consultora Gartner celebra su *Gartner Symposium* anual donde revela sus diez tecnologías y predicciones estratégicas que serán noticia para el año siguiente y sucesivos cercanos, las cuales pronto alcanzan gran notoriedad y son citadas por numerosas fuentes, usuarios, investigadores, organizaciones, empresas, otras consultoras, etc., entre otras razones porque sus predicciones se suelen cumplir con una fiabilidad muy alta. El Gartner Symposium 2016 se celebró en Orlando, Florida, los días 18 a 23 de octubre del mismo año y en el mismo se presentaron las predicciones tecnológicas para el año 2017 y que se han convertido en la referencia obligada de organizaciones y empresas de todo el mundo.

Las diez tendencias tecnológicas estratégicas para 2017² (*Gartner's Top 10 Strategic Technology Trends for 2017*) y siguientes cinco años, presentadas por Gartner se sintetizaron en un mensaje clave: “inteligente”, 2017 será el año de la “*inteligencia en todas partes*”. La inteligencia artificial, el aprendizaje automático y cosas inteligentes predicen un futuro inteligente dado que crecen continuamente y se incrustan en cosas cotidianas como electrodomésticos, altavoces y equipos hospitalarios, que menciona Gartner explícitamente al comienzo del informe. Este fenómeno está estrechamente alineado con la aparición de sistemas conversacionales (*bots* y *chatbots*), la expansión de la Internet de las Cosas en una malla digital y la tendencia hacia gemelos digitales (*digital twins*).

Gartner ha agrupado las diez tendencias en tres grandes bloques o categorías: *inteligente, digital, malla o red digital (mesh)* (Figura 15.1):

Inteligente (inteligencia en todas partes)

- T1. Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático avanzado
- T2. Aplicaciones (apps) inteligentes
- T3. Cosas inteligentes

Digital (las tendencias se central en el mundo digital, el físico y el virtual, “entrelazados entre ellos”)

- T4. Realidad Virtual y Realidad Aumentada
- T5. Gemelos digitales (*Digital Twins*)

T6. *Blockchains* (cadenas de bloques) y *distributed ledgers* (libros mayores de contabilidad distribuida)

Mesh (Malla o red digital)

T7. Sistemas conversacionales

T8. *Apps mesh* y arquitectura de servicios

T9. Plataformas de tecnologías digitales

T10. Arquitectura de seguridad adaptativa

Las tendencias tecnológicas estratégicas de Gartner tienen un potencial disruptivo significativo para los siguientes cinco años (2017-2022), en el caso del informe de 2016. Las principales tendencias son habilitadores principales e impulsores de las oportunidades de negocios digitales y algorítmicos. La consultora recomienda a las empresas que deben examinar sus impactos de negocio y ajustar sus modelos de negocios y operacionales adecuadamente o arriesgarse a perder ventajas competitivas frente a aquellos que sí lo hacen.

SÍNTESIS DE TENDENCIAS TECNOLÓGICAS 2017-2022

Inteligencia artificial y aprendizaje natural. Las herramientas que integran senda áreas incluyen redes neuronales y sistemas desarrollados para comprender el lenguaje natural. Gartner pronostica el uso de la IA tanto en dispositivos físicos como robots o autos autónomos, como en software. En segundo lugar, destaca la relevancia de los que llama las apps inteligentes, con ejemplos como asistentes virtuales, plataformas de comercio electrónico o herramientas de manejo del buzón de entrada de *e-mail*.

La realidad virtual (experimentará un gran crecimiento en las áreas de consumo y de las empresas), la realidad aumentada o la interacción entre objetos, que tras ser dotados de inteligencia artificial podrán cooperar entre sí y complementarse.

Gartner anuncia otras tendencias menos habituales como los **mellizos** o **gemelos digitales**. Un modelo basado en software, de objetos físicos que contienen una serie de sensores. Gracias a los sensores instalados en los dispositivos físicos, el mellizo digital puede elaborar una imagen del funcionamiento de su versión física. También destaca las cadenas de bloques (*blockchain*) y libros mayores distribuidos: un sistema de validación de transacciones en monedas digitales (*bitcoin* u otras *criptomonedas* o monedas digitales) agrupadas secuencialmente en bloques.

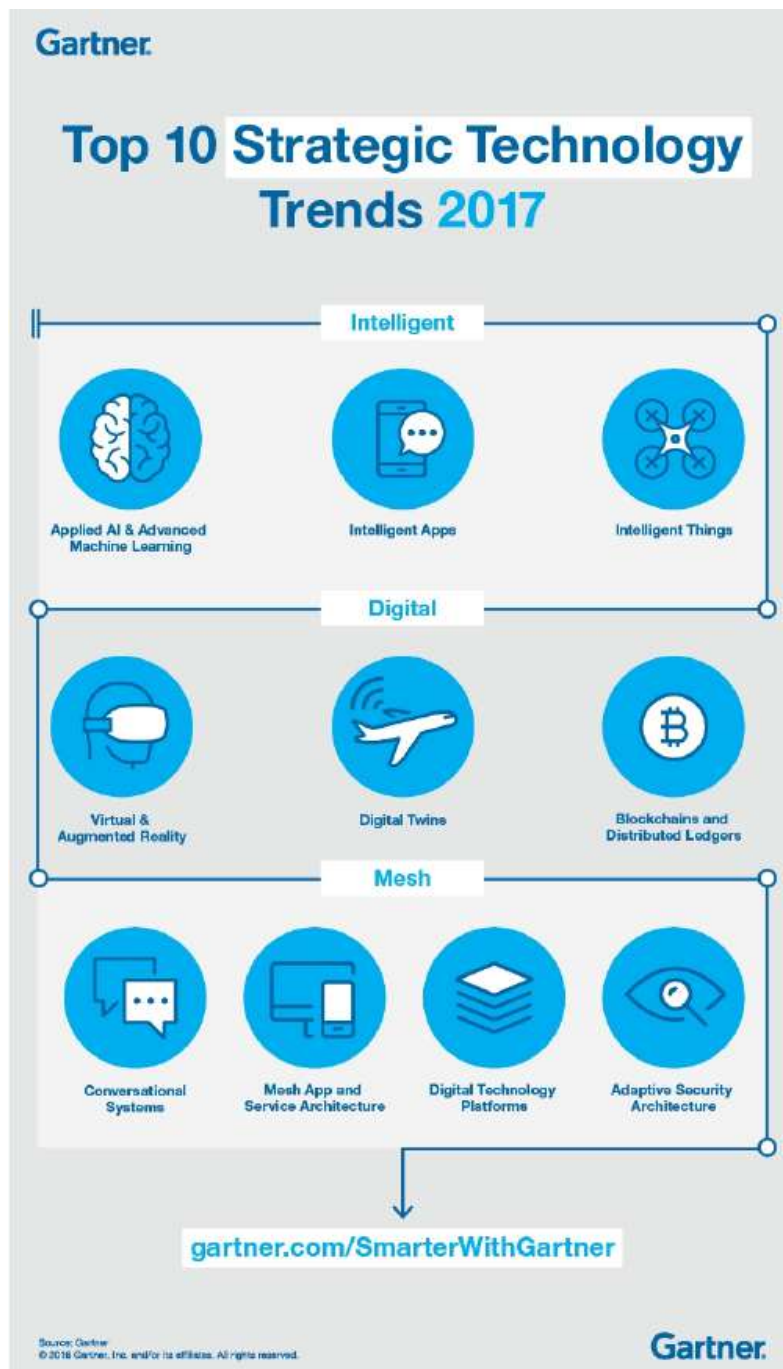


Figura 15.1 Tendencias tecnológicas estratégicas para 2017 (Gartner).³

Fuente: Gartner's Top 10 Strategic Technology Trends for 2017 [Gartner 2017].

Enumeramos a continuación las diez tendencias tecnológicas con las características más sobresalientes de cada una de ellas, según la presentación

oficial, realizada por David Cearley, vicepresidente y Fellow de Gartner. A estas tendencias tecnológicas hemos añadido novedades de impacto que se han producido desde la fecha de publicación de las citadas tendencias.

1. Inteligencia artificial aplicada y aprendizaje automático avanzado

La inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático (*machine learning*) o aprendizaje de las máquinas, que incluyen tecnologías como el aprendizaje profundo (*deep learning*), las redes neuronales artificiales y el procesamiento de lenguaje natural, también puede abarcar sistemas más avanzados que comprenden, predicen, se adaptan y potencialmente funcionan en forma autónoma. Los sistemas pueden aprender y cambiar el comportamiento futuro, lo que lleva a la creación de dispositivos y programas más inteligentes. Gartner señala en la presentación que la **inteligencia artificial aplicada** ha comenzado a instalarse en los entornos empresariales. Empezó siendo capaz de aprender y predecir y ha acabado comprendiendo tareas, adaptándose a los cambios y a funcionar en forma autónoma.

Google, Microsoft, Facebook, Amazon y el computador cognitivo Watson de IBM, ya han incorporado algoritmos de **inteligencia artificial** a sus entornos en la nube.

2. Aplicaciones inteligentes

Gartner resalta que: «Durante los próximos diez años, casi todas las aplicaciones y servicios incorporarán un cierto nivel de Inteligencia Artificial y con el tiempo esto dará pie a la transformación del lugar de trabajo ya que estas *apps* podrán realizar funciones como la priorización de mensajes de correo electrónico o poner de relieve el contenido y las interacciones importantes».

Las aplicaciones de los asistentes personales virtuales tienen el potencial de transformar el lugar de trabajo al hacer las tareas cotidianas de manera más eficaz. Por eso, *los proveedores de tecnología se enfocarán en desarrollos de analítica avanzada*, procesos de negocio dirigidos cada vez más autónomos e interfaces conversacionales impulsadas por la IA. Para el 2018, se espera que la mayoría de las 200 principales compañías del mundo analicen el uso de aplicaciones inteligentes y utilicen estrategias de Big Data y herramientas de análisis para perfeccionar sus ofertas y mejorar la experiencia del cliente.

Dentro de la tecnología de la inteligencia artificial, hay una tipología que va a avanzar más que el resto: los **asistentes virtuales**. Siri de Apple, Cortana de Microsoft, Alexa de Amazon, Google Assistant o el último recién llegado presentado a finales de marzo de 2017, **Bixby** de Samsung..., no son nuevos para el gran público, pero parece que la gran mayoría se resiste a utilizarlos, así que hemos visto iniciativas para intentar cambiar esta situación. Facebook, Microsoft, Google, Amazon, IBM con Watson... han abierto sus plataformas para facilitar que

desarrolladores externos puedan crear sus propios asistentes virtuales dentro de ellos.

3. Cosas inteligentes

Los nuevos equipos inteligentes que surgen generalmente se dividen en tres categorías: robots, aviones no tripulados y vehículos autónomos. Como las cosas u objetos inteligentes evolucionan y se vuelven más populares, se pasará de un modelo *stand-alone* a uno colaborativo en donde los dispositivos se comunican entre sí.

4. Realidad virtual y realidad aumentada

La realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA)⁴ transformarán la manera en que la gente interactúa con los sistemas de software. La primera puede servir para el entrenamiento de personal y la segunda sirve para mezclar aspectos digitales en el mundo real y serviría, por ejemplo, para ver gráficos en objetos del mundo real. “Las capacidades de la realidad virtual y la realidad aumentada se fusionarán para formar un sistema más transparente de dispositivos capaces de orquestar un flujo de información que llegue al usuario de manera personalizada y relevante en cuanto a aplicaciones y servicios”.

La integración a través de múltiples dispositivos y entornos de sensores se extenderá más allá de las aplicaciones *immersivas* y las experiencias aisladas y unipersonales. “Las habitaciones y los espacios conectarán con las cosas”, según Gartner.

5. Gemelos digitales (*Digital Twins*)

Es una tecnología emergente que permitirá que en un plazo de tres o cinco años, millones de objetos estarán representados por los **gemelos digitales** (*digital twins*), es decir, un modelo de software dinámico de un objeto físico o sistema que se basa en los datos de un sensor para responder a los cambios. Utilizando los datos proporcionados por los sensores, se entiende su estado, se responde a los cambios, se mejoran las operaciones y se añade valor. Los gemelos digitales funcionan como sustitutos de la combinación de individuos calificados (por ejemplo, técnicos) y dispositivos de vigilancia y controles tradicionales. Estos “gemelos” están compuestos de metadatos, datos de eventos y de análisis.

En los próximos años, las empresas los utilizarán para reparar y planificar en forma proactiva el servicio de los equipos, los procesos de fabricación y mejorar las operaciones para ejecutar las fábricas. Como resultado, los gemelos digitales tendrán las mismas habilidades de los seres humanos y los dispositivos de vigilancia tradicionales como medidores de presión y válvulas. Se obtienen de la combinación de la realidad virtual/aumentada con la inteligencia artificial y el internet de las cosas. Así se obtiene un sistema computarizado capaz de

comunicarse con otros dispositivos conectados, diagnosticar fallas de sistema, desarrollar nuevas tecnologías o testear aplicaciones.

6. Blockchain

Ya le hemos dedicado amplio espacio a esta tecnología. El blockchain (cadena de bloques) es un registro de todas las transacciones realizadas en un sistema de Internet. Aunque se usa en varios procesos, mantiene la promesa de transformar los modelos de operación en industrias como la distribución de música, la verificación de identidad y el registro de la propiedad. El Bitcoin es una aplicación ya en funcionamiento, pero la mayoría de iniciativas restantes están en fases alfa o beta.

El **blockchain** está indicado para registrar rápida y transparentemente transacciones de cualquier tipo, no sólo de dinero. Permite crear una especie de libro de contabilidad digital descentralizada. La consultora Market Reports Hub calcula que para 2021 la tecnología **blockchain** generará ingresos por valor de 2 300 millones de dólares.

Actualmente es una de las tecnologías que están llamadas a revolucionar la industria y el concepto actual de economía, aunque según Gartner, estos libros de cuentas se podrían aplicar a industrias tales como la distribución de la música y la verificación de identidad. “Los libros de contabilidad distribuidos son potencialmente disruptivos, pero la mayoría de las iniciativas se encuentran todavía en fase de pruebas”.

7. Sistemas conversacionales

Las interfaces de usuario basadas en conversación pueden resolver simples interacciones informales o algunas más complejas, tales como la recolección de testimonios orales de los testigos de un crimen para generar un boceto de un sospechoso. Los sistemas permiten a las personas y a las máquinas interactuar por múltiples modalidades (por ejemplo, la vista, oído, tacto, etc.) para comunicarse a través del sistema de un dispositivo digital (por ejemplo, sensores).

Mientras que los seres humanos interactúan actualmente a través de *chatbots*, *smartphones*, o tabletas, Gartner apunta a una nueva “red de dispositivos” que dará lugar a un nuevo conjunto de criterios de valoración a la hora de comunicarse. Habrá una mayor cooperación entre los dispositivos, allanando el camino para nuevas experiencias digitales.

Una tecnología en pleno apogeo basada también en inteligencia artificial son los **chatbots** o **dispositivos con sistema conversacional**. No sólo se comunican con nosotros vía texto, sino también por voz (Alexa de Amazon, Google Assistant son ejemplos de ello).

Poco a poco cada vez más compañías están haciendo sus propuestas para que estos asistentes estén disponibles para hablar con nosotros desde cualquier parte. Telegram, por ejemplo, ha presentado una API para que los desarrolladores puedan crear su propio *chatbot* fácilmente, y Facebook lanzó su proyecto Facebook AI Research (FAIR) con multitud de *chatbots* disponibles en Messenger para responder a los usuarios y adivinar sus necesidades.

Uno de los ejemplos más recientes lo veíamos en Allo, la app de mensajería instantánea de Google que incorpora un asistente virtual.

Aunque el reto de los *chatbots* pasa por mejorar su precisión y evitar las falsas respuestas y los comentarios estafalarios. De hecho, aún no están preparados para sustituir a los humanos.

La consultora TMA Associates estima que los **chatbots** moverán cerca de 600 mil millones de dólares en 2020.

8. Redes (mallas) de aplicaciones y arquitectura de servicios

Esta característica significa que la malla digital del presente representa una mezcla de entornos físicos y virtuales que llevan los datos generados en forma de texto, voz y video para generar una experiencia digital de ambiente para los usuarios, en múltiples papeles que utilizan varios dispositivos y se comunican a través de múltiples redes.

Las aplicaciones móviles, aplicaciones web, de escritorio o del Internet de las Cosas se unen para crear una arquitectura de servicios de *back-end* para construir lo que los usuarios ven como una app. Según Cearley, esta solución permitirá soluciones más optimizadas para ordenadores (computadores), teléfonos inteligentes y otros criterios de valoración como una experiencia continua ya que los usuarios se mueven a través de diferentes canales.

Para que los dispositivos conectados a internet puedan comunicarse unos con otros es imprescindible el desarrollo de una red sólida, de una arquitectura que posibilite dicha conexión bidireccional. Cuantos más dispositivos y sensores haya conectados, más compleja será la red y por lo tanto será necesaria mayor inversión por parte de las empresas para que funcione correctamente y no se produzca un colapso en las redes corporativas.

La planificación, construcción y administración de infraestructuras sólidas que respondan a esta demanda generará, según cálculos de Markets and Markets, inversiones de unos 661 mil millones de dólares de cara a 2021.

9. Plataformas tecnológicas digitales

Cada organización tendrá *alguna combinación de estas cinco plataformas digitales*: sistemas de información, experiencia del cliente, análisis e inteligencia, internet de las cosas o ecosistemas de negocio. “Las empresas deben identificar

cómo las plataformas de la industria evolucionarán y planear maneras de mejorar las suyas para satisfacer los desafíos de negocio digital”.

10. Arquitectura de seguridad adaptativa

Por último, se describe que la evolución de las plataformas inteligentes *requiere seguridad fluida y adaptable*. “Los equipos de seguridad tienen que trabajar con los encargados de aplicaciones, soluciones y de la empresa para construir la seguridad en el proceso de **DevOps**”⁵, finaliza el informe de Gartner.

Ante las nuevas ciberamenazas, *cada vez más sofisticadas*, será necesario adoptar sistemas de seguridad más complejos que estén a la altura. **La Inteligencia Artificial tendrá también aplicaciones en el campo de la ciberseguridad** y será especialmente útil para proteger los dispositivos conectados a Internet, ya que aprenderán de errores y brechas de seguridad pasados para corregirlos en el futuro y evitar nuevos ataques.

TENDENCIAS TECNOLÓGICAS PARA 2017 (ACCENTURE)

La consultora Accenture –una de las cinco grandes consultoras tecnológicas a nivel mundial– cuyo director global es Mike Stutcliff, presentó las cinco tendencias globales que, en su opinión, serían de gran impacto en organizaciones y empresas.

1. **Adopción de interfaces API.** Una API (interfaz de programación de aplicaciones) es un programa que permite desarrollar aplicaciones sobre una plataforma ya existente. Accenture prevé que el sector de las API vivirá un crecimiento exponencial y esta circunstancia permitirá crear aplicaciones de un modo mucho más rápido que el actual y con gran impacto en la transformación digital de las empresas.
2. **Inteligencia Artificial.** La reducción de los precios de almacenamiento de los datos y el aumento considerable del análisis de datos mediante técnicas de big data, está facilitando la creación de grandes archivos y bases de datos (relacionales y no relacionales) que, a su vez, permitirá la creación de modelos que están construyendo una inteligencia artificial aplicada que llegará en poco tiempo a las diferentes capas de la sociedad.
3. **Blockchain.** Accenture confirma la expansión de las cadenas de bloques (*blockchain*) y entre sus beneficiarios más sobresalientes destacan los grandes bancos que, a su vez, también pueden ser los más destacados en la investigación y desarrollo de estas tecnologías. Una de las características más sobresaliente de *blockchain* es que elimina los intermediarios de algunas transacciones y está disparando sus

aplicaciones en la banca mundial, aunque no es el único sector donde está impactando.

4. **Realidad virtual, realidad aumentada y realidad capturada.** La nueva tendencia, realidad capturada, se une a las ya consolidadas en estos últimos años de realidad virtual y realidad aumentada. La nueva realidad surge con propiedades de los dos tipos de realidad que llevan conquistando muchísimos y amplísimos sectores de la sociedad y que permite digitalizar cualquier espacio a través de cámaras de 360° y sensores de medición, y generar un modelo de tres dimensiones del entorno que el cliente pueda recorrer de un modo virtual. Según Accenture, el despegue de la realidad capturada se producirá en uno o dos años.
5. **Internet de las cosas.** Accenture se une al diluvio de operadoras, consultoras, organismos internacionales... que han considerado que Internet de las Cosas avanza inexorablemente y de un modo práctico y exponencial en aplicaciones de las más diversas. Si a esto se une la llegada de las redes 5G de muy alta velocidad, los usuarios de internet –humanos y objetos– alcanzarán los miles de millones que presagian las predicciones.

EL DESPLIEGUE DE INDUSTRIA 4.0

La industria 4.0, tanto en su vertiente de fábricas inteligentes, ciudades inteligentes, industrias inteligentes... como en la vertiente de organizaciones y empresas, se sustentarán en unos pilares en los que existe bastante acuerdo, independientemente de las fuentes consultadas. Las tendencias tecnológicas en las que existe consenso se apoyará la transformación digital de las organizaciones y empresas, tanto las que ya hayan comenzado dicha transformación como las que pretenden iniciarla en los próximos días y meses, se clasificaran en los grandes grupos que hemos tratado ampliamente en los capítulos anteriores de esta obra:

BIG DATA, INTELIGENCIA ARTIFICIAL, ECONOMÍA DE ALGORITMOS

Todas ellas con unos pilares comunes que serán necesario apuntalar y tener presente como grandes retos y oportunidades:

La nube (Cloud Computing), Internet de las Cosas e Internet Industrial de las Cosas, y Ciberseguridad

INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA

La inteligencia artificial aplicada, representada esencialmente por el aprendizaje automático y una subcategoría suya, el aprendizaje profundo, están emergiendo como dos tecnologías que han salido del campo puro de la investigación y han llegado al campo de desarrollo, con una gran profusión de empresas, tanto grandes como pequeñas y medianas empresas de todas las regiones geográficas. Todo ello unido a la innovación tecnológica, especialmente en manos de los “*millenials*” y de los graduados y posgraduados egresados de universidades y centros e institutos de formación profesional, han creado en 2016 la base tecnológica del desarrollo de la IA y la implantación creciente que se producirá a partir de 2017 a lo largo y ancho del mundo.

Estrategia de Inteligencia Artificial de los Estados Unidos (octubre, 2016)

La Casa Blanca publicó el 12 de octubre de 2016⁶ –un día tan señalado para España y la comunidad Latinoamericana– un documento titulado «*Preparing for the Future of Artificial Intelligence*» (“Prepararse para el futuro de la Inteligencia Artificial”), a modo de una Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial en la que sienta las bases de lo que considera el gobierno de los Estados Unidos. En el prólogo del libro, firmado por el director de la Ciencia y Tecnología de la presidencia y el CTO de los Estados Unidos comienzan destacando la importancia actual de la inteligencia artificial: “Los avances en la tecnología de Inteligencia Artificial (AI) han abierto nuevos mercados y nuevas oportunidades para el progreso en áreas críticas como la salud, educación, energía y el medio ambiente”. El informe ha sido realizado por el Subcomité de *Machine Learning and Artificial Intelligence* de la oficina NSTC y revisado por el propio Comité NSC, la comunidad investigadora, y por último ha contado con la aprobación de la Oficina de Ciencia y Tecnología de la presidencia de la República. El documento consta de 58 páginas (en inglés).

En el resumen ejecutivo de la publicación se destacan los siguientes aspectos importantes:

- Aplicaciones de la IA para el bien público.
- IA y su regulación.
- Investigación y fuerza del trabajo.
- Impacto económico de la IA.
- Equidad, seguridad y gobernanza.
- Consideraciones globales y seguridad.
- Preparación para el futuro.

La publicación comienza con una historia de la inteligencia artificial, su definición y una descripción de los dos tipos de aprendizaje que ya conocemos: el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo. El documento termina con unas conclusiones y unas recomendaciones, además de un glosario y las referencias bibliográficas correspondientes.

LOS ALGORITMOS: DESARROLLO Y ECONOMÍA

Según Gartner, en el camino de la innovación hacia la industria 4.0 es imprescindible una convergencia digital entre los componentes industriales y los de negocio, y entre los modelos y los procesos internos de las empresas. La consultora internacional destaca, entre otras cosas, la **combinación de datos** de fuentes externas e internas para mejorar la toma de decisiones; el desarrollo de **competencias** digitales para integrar mejor los recursos dentro de la organización, incluida la seguridad, la ciberseguridad y el control de riesgos; el entendimiento y la comprensión de cómo las tecnologías de la Industria 4.0 pueden afectar a la **fabricación localizada**; y, por último, el trabajo simultáneo en el desarrollo de **productos inteligentes** y en los procesos de fabricación.

Como hemos visto, el nuevo modelo de industria centrada en los datos requiere de una transformación profunda, basada en la integración inteligente de las TIC en el corazón de las empresas. Destacamos a continuación las tecnologías sobre las que pivotará el citado nuevo modelo de Industria 4.0, resaltando seis de ellas desde la perspectiva industrial.

TECNOLOGÍAS INDISPENSABLES PARA LA TRANSICIÓN A LA INDUSTRIA 4.0

1. Cloud Computing, Centros de Datos y Virtualización
2. Internet de las Cosas (objetos inteligentes, sensores, M2M...)
3. **IloT y Sistemas Ciberfísicos** – El concepto de IloT (Industrial Internet of Things) se refiere al uso de las tecnologías IoT en los procesos industriales. Los sistemas ciberfísicos son todos aquellos dispositivos que integran capacidades de procesado, almacenamiento y comunicación con el fin de poder controlar uno o varios procesos físicos. Los sistemas ciberfísicos están conectados entre sí y a su vez conectados con la red global gracias al paradigma IoT.
4. **Fabricación aditiva, impresión 3D** – Permite, entre otras cosas, la hiperpersonalización –inherente a la Industria 4.0 y al concepto de servitización– no encarece el proceso porque permite fabricar productos sin perjudicar el costo, independientemente de si se tiene que fabricar un determinado número de piezas iguales o todas

distintas. Además, hace mucho más sencillo producir lotes pequeños de productos, desde pequeñas piezas de maquinaria hasta prototipos.

5. **Big Data, Data Mining y Data Analytics** – La cantidad de información que actualmente se almacena en relación con diferentes procesos y sistemas (tanto industriales como logísticos), servicios (ventas, conexiones entre usuarios, consumo eléctrico, etc.) o tráfico de datos (*logs* en *routers* y equipos, entre otros) resulta ingente e inmanejable en forma manual. El análisis de estos datos puede proporcionar información muy valiosa acerca del comportamiento de estos procesos; es factible prevenir problemas en determinado proceso industrial a través de la detección de resultados o medidas anómalas (sin la necesidad de haber definido previamente qué medida es o no anómala) o determinar qué eventos están relacionados dentro de un proceso más complejo facilitando su gestión a través de la predicción, sabiendo de antemano que un evento desencadenará otro con cierta probabilidad. A partir de toda esta información se pueden realizar simulaciones que, además, permiten predecir qué recursos van a ser necesarios, pudiendo optimizar su uso en forma automática y proactiva anticipando los acontecimientos futuros.
6. **Inteligencia Artificial** – Son necesarias herramientas y tecnologías que sean capaces de procesar en tiempo real grandes volúmenes de información que extraemos de las tecnologías Big Data, así como algoritmos capaces de aprender en forma autónoma a partir de la información que reciben, con independencia de las fuentes, y de la reacción de los usuarios y operadores (técnicas de *Machine Learning*, *Deep Learning* y *Artificial Intelligence*).
7. **Robótica Colaborativa (Cobot)**⁷ – Este término define a una *nueva generación de robots* industriales que coopera con los humanos de manera estrecha, sin las características restricciones de seguridad requeridas en aplicaciones típicas de robótica industrial. Se caracteriza, entre otras cosas, por su flexibilidad, accesibilidad, y relativa facilidad de programación.
8. **Realidad virtual y realidad aumentada** – La mayor accesibilidad de estas tecnologías en los últimos años las ha situado como una herramienta útil para la optimización de los diseños, la automatización de los procesos, el control de la fabricación y la construcción, el entrenamiento y la formación de los trabajadores, y los trabajos de mantenimiento y de seguimiento.
9. Ciudades Inteligentes
10. Arquitectura definidas por software
11. Ciberseguridad como transversal a todas las tecnologías

10 TENDENCIAS TECNOLÓGICAS DE INTERNET DE LAS COSAS (2017 Y 2018)

Gartner presentó en febrero de 2016, el informe “*The Top 10 Internet of Things Technologies for 2017 and 2018*”⁸ donde pronosticaba las diez tecnologías de mayor impacto para el bienio 2017-2018 y que tendrán un gran impacto en organizaciones afectando a la estrategia de negocios, gestión de riesgos y una amplia gama de áreas tales como arquitectura y diseño de redes. Las diez tecnologías de Internet de las cosas son:

1. **Plataformas.** Las plataformas de IoT agrupan muchos de los componentes de infraestructuras que ofrece un sistema de IoT en un único producto. Los servicios que proporcionan estas plataformas corresponden a tres categorías principales:
 - a. Control de dispositivos y operaciones de bajo nivel.
 - b. Adquisición, transformación y gestión del IoT.
 - c. Desarrollo de aplicaciones para IoT.
2. **Estándares y ecosistemas de Internet de las Cosas.** Gartner prevé que emergerán nuevos ecosistemas donde los desarrolladores de aplicaciones lanzarán millones de aplicaciones atractivas y económicas, al estilo de las actuales *apps* para dispositivos móviles.
3. **Procesamiento de flujo de eventos.** Muchas aplicaciones de internet de las cosas generarán grandes volúmenes de datos que exigirán analizarse en tiempo real. Los sistemas que crean decenas de miles de eventos por segundo, utilizarán arquitecturas en paralelo para procesar flujos de datos de muy alta frecuencia que permitirán efectuar tareas tales como analítica en tiempo real e identificación de patrones.
4. **Sistemas operativos.** Los sistemas operativos tradicionales tales como Windows e iOS no están diseñados para aplicaciones en el internet de las cosas. Consumen demasiada potencia, necesitan procesadores rápidos y carecen de características en tiempo real. Se necesitan un amplio rango de sistemas operativos específicos para IoT y se han desarrollado y desarrollarán nuevos modelos de sistemas operativos.
5. **Procesadores y arquitectura.** Los procesadores y arquitecturas utilizadas para dispositivos IoT requieren muchas características especiales, como propiedades de seguridad y encriptación, bajo consumo, gestión de dispositivos embebidos, etcétera.
6. **Redes de área extensa de baja potencia.** Las primeras redes de área ancha (extensa) y de baja potencia (LPWAN) estaban basadas en

tecnologías propietarias, pero a largo plazo están emergiendo nuevos estándares basados en código abierto (*open source*) como es el caso de NB-IoT (Narrowband IoT) que irá ocupando los espacios libres que puedan ir dejando las tecnologías propietarias.

7. **Redes de IoT de corto alcance y baja potencia.** Las redes de corto alcance que conectan dispositivos de Tecnologías de la Información serán muy complejas. No existirá una sola infraestructura común para conectar dispositivos.
8. **Gestión de dispositivos (cosas).** Los objetos del IoT requerirán una gestión similar a la que precisa cualquier otro dispositivo (por ejemplo, actualización de *firmware*, de software, etc.) lo que plantea problemas de escala en las tareas de gestión. Las herramientas deberán ser capaces de gestionar y monitorizar millares e incluso millones de dispositivos.
9. **Analítica IoT.** La internet de las cosas, según Gartner, requerirá un nuevo enfoque respecto de la analítica. Se necesitan nuevas herramientas y algoritmos analíticos. Los grandes volúmenes de datos se han de convertir en conocimiento para una correcta y eficiente toma de decisiones.
10. **Seguridad.** Internet de las cosas representa nuevos retos y oportunidades pero también grandes riesgos, tanto de los propios dispositivos como de sus plataformas, sus sistemas operativos, sus comunicaciones e, incluso, los sistemas a los cuales están conectados.

EL FUTURO DEL EMPLEO Y LAS NUEVAS PROFESIONES

El World Economic Forum, en enero de 2016, unos días antes del comienzo del Foro de Davos de ese año, hizo público un informe (reporte) “*The Future of Jobs Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*”⁹ (El futuro del empleo, habilidades y estrategias de la mano de obra en la cuarta revolución industrial) con una gran resonancia mundial ya que precisamente se refería a previsiones del futuro del trabajo en los siguientes cinco años. El WEF en primer lugar quería alertar sobre los fuertes efectos que tendrían en el mundo laboral los cambios disruptivos que traía la cuarta revolución industrial y en consecuencia una llamada de atención a los países -fundamentalmente occidentales- que se pudieran ver afectados.

El informe como señalaba el WEF debía considerarse una oportunidad, pero también un desafío (un reto) al mundo del empleo. La gran relevancia y el impacto mundial que ha tenido el citado informe, se ha debido, esencialmente, a los escalofriantes datos del mismo. El WEF estimaba que la transformación digital

destruirá unos siete millones de empleos y creará unos dos millones, generando un balance negativo de destrucción o pérdida de cinco millones de puestos de trabajo en los siguientes cinco años (hasta el comienzo de la tercera década del siglo XXI). Es muy interesante la lectura del informe -al menos recomendable el resumen ejecutivo- dado que de su lectura no se deducen unas consecuencias tan drásticas que, de hecho, todos los informes posteriores no están confirmando -abriendo una cierta esperanza- aunque sí en lo relativo a determinadas profesiones o roles profesionales. Pero claro viniendo de la fuente que vienen no hay más remedio que prestarle gran atención.

10 profesiones que no existían hace 10 años (WEF)

El propio WEF, en su portal oficial, publicó el 6 de junio de 2016 (después de unos meses de la celebración del Foro de Davos) un artículo¹⁰: “*10 jobs that didn’t exist 10 years ago*” (10 empleos/trabajos que no existían hace 10 años) y que abrió una gran esperanza después del informe de enero del mismo año. El artículo a modo de informe y como un estudio de investigación de mercado con excelentes datos y estadísticas comenzaba señalando que la evolución de las tecnologías y su impacto en el mercado de trabajo impulsaba la creación de nuevas profesiones cuyos perfiles no existían hacía una década y que se habían convertidos en diez de las ocupaciones laborales más solicitadas, especialmente por los jóvenes *millenials* (aquellos que alcanzaron el siglo XXI con una mayoría de edad),

El artículo hacía constar en su historia del mercado laboral en esa década, que en 2006 Facebook estaba en su infancia, Twitter se estaba lanzando y nadie tenía teléfonos iPhone. En consecuencia, los trabajos que existen ahora (a mediados de 2016) no se oía hablar de ellos hace una década. Los cambios se han producido a velocidades muy grandes debido a los rápidos avances en robótica, transporte sin conductor, biotecnología, inteligencia artificial, materiales avanzados y genómica de acuerdo al informe anual Human Capital Index del WEF y el informe de tecnologías emergentes también del WEF -y reseñado al principio del capítulo-. Así los 10 nuevos roles profesionales citados en el artículo, y que coinciden en gran medida con las estimaciones que comentaremos posteriormente, son:

1. Desarrollador de aplicaciones móviles.
2. Administrador de medios sociales (*Social Media Manager*).
3. Conductor de Uber (economía colaborativa).
4. Ingeniero de automóviles sin conductor
5. Especialista de la nube (*cloud computing*).
6. Analista de Big Data.
7. Gerente (manager) de sostenibilidad (o sustentabilidad).

8. Creador de contenidos de YouTube.
9. Operador de drones.
10. Expertos en la generación del milenio (*millennials*)

Tomando como referencia todos los datos anteriores comentaremos ahora la formación especializada y avanzada necesaria para adquirir los conocimientos profesionales exigidos por las empresas en las nuevas tecnologías disruptivas, así como los nuevos roles profesionales que han surgido o surgirán en los próximos años.

LA FORMACIÓN EN TECNOLOGÍAS DISRUPTIVAS

Las tecnologías disruptivas que hemos ido describiendo en los sucesivos capítulos del libro están proporcionando grandes oportunidades de empleo, aunque también grandes trastornos en forma de pérdida de puestos de trabajo como ya aventuró el informe de Davos de enero de 2016. Pese a todas las oportunidades son muy numerosas y será preciso estudiarlas y analizarlas en profundidad, así como los nuevos roles profesionales que crearan. Unos ya en el mercado y otros que poco a poco irán llegando a medida que las tecnologías comienzan a llegar e implantarse en organizaciones y empresas. En los próximos apartados iremos reflejando los nuevos roles profesionales que las empresas van demandando y que las universidades, escuelas de negocios e institutos tecnológicos deberán ir ofreciendo bien en los cursos reglados de las diferentes carreras o en cursos de diplomados y de especialización o de maestrías.

A nivel de especialización y como respuesta a la tecnología disruptiva de la inteligencia artificial y el creciente despliegue de aplicaciones relacionadas con ella, se han comenzado a impartir cursos especializados de Análisis de Datos y de Estadística Computacional, así como de **Aprendizaje Máquina** (Machine Learning) y **Aprendizaje Profundo** (Deep Learning), programación y desarrollo de lenguajes de programación especializados en análisis de datos, como **R** y **Python**, además, claro, de posgrados (master y especializaciones) en **Ciencia de Datos** (Data Science).

A toda esta formación especializada en inteligencia artificial habrá que añadirle toda la directamente relacionada con los puestos de trabajo citados anteriormente por el WEF, así como la formación necesaria para adquirir las competencias de los nuevos roles profesionales que citaremos a continuación y las numerosas profesiones que irán surgiendo en años sucesivos para responder a las necesidades que vayan creando las tecnologías disruptivas a medida vayan llegando al mercado laboral

LOS NUEVOS ROLES PROFESIONALES

Las tecnologías disruptivas que hemos ido describiendo en los sucesivos capítulos del libro están proporcionando grandes oportunidades de empleo, aunque también grandes trastornos en forma de pérdida de puestos de trabajo como ya aventuró el informe de Davos de enero de 2016. Pese a que todas las oportunidades son muy numerosas será preciso estudiarlas y analizarlas en profundidad, así como los nuevos roles profesionales que crearan. Unos ya en el mercado y otros que poco a poco irán llegando a medida que las tecnologías comienzan a llegar e implantarse en organizaciones y empresas. En los próximos apartados iremos reflejando los nuevos roles profesionales que las empresas van demandando y que las universidades, escuelas de negocios e institutos tecnológicos deberán ir ofreciendo bien en los cursos reglados de las diferentes carreras o en cursos de diplomados y de especialización o de maestrías.

El sector de las tecnologías de la información tiene en la actualidad un carácter transversal y cada día reclama, además de las formaciones clásicas de ingeniería informática, de sistemas, de telecomunicaciones, industriales, electrónica, matemáticas, estadística, y recomiendan formación en empresa, marketing, recursos humanos y, con la creciente preocupación por la privacidad y la protección de datos, también perfiles jurídicos, para afrontar las nuevas competencias profesionales hoy demandadas en las empresas, y que comentamos a continuación.

Las empresas y la administración requieren no sólo los departamentos de seguridad de la información y ciberseguridad, sino también de departamentos – independientes o relacionados con los anteriores – de privacidad y protección de datos junto a la concienciación de los riesgos y oportunidades de la ciberseguridad en todos los niveles profesionales de la empresa a nivel personal de directivo o simple empleado.

Así, a los perfiles o roles profesionales ya implantados de *Director de Tecnología (CTO, Chief Technology Officer)* con unas competencias muy abiertas y transversales en toda la organización y empresa con independencia del clásico CIO y también con un alto nivel directivo y estratégico; el *Director de Informática* o de *Sistemas de Información (CIO, Chief Information Officer)*, *Director de Seguridad de la Información (CISO, Chief Information Security Officer)*, hay que sumar dos perfiles profesionales que cada día serán muy demandados en la administración, organizaciones y en empresas de todo tipo:

- *Chief Data Officer (CDO)* (Director de Datos). Es un cargo dependiente del máximo ejecutivo de la empresa, a quien reporta directamente. Une las dos disciplinas hoy imperantes en la transformación digital: *Big Data* y *Ciberseguridad*. Su misión es impulsar el crecimiento de la organización o empresa mediante la transformación digital de la misma. Ha de tener una amplia visión

de la gestión de la empresa y del mundo digital, de análisis de datos y de seguridad de la información con el objeto de diseñar estrategias y políticas de ciberseguridad. Requiere una formación multidisciplinar de ingeniería, estadística, analista digital, especialista en ciberseguridad, además de una amplia visión y conocimiento de la empresa.

Este rol profesional está siendo adoptado por empresas de todos los niveles y de todos los países. Hace un par de años supuso un gran impacto en las operadoras de telefonía, la creación del nuevo puesto de Director de Datos de Telefónica que -además- recayó en unos de los grandes expertos españoles en seguridad de la información “Chema Alonso” con unas competencias muy estratégicas y con grandes responsabilidades; con la novedad importantes de que su dependencia era directa del director de Telefónica y, por consiguiente, miembro del Consejo de Dirección.

Otro nombramiento muy sonado, se produjo el mes de marzo de 2017. El banco español BBVA de gran presencia en América Latina ha nombrado también con alta responsabilidad y con nivel de alto directivo, al Director de Datos del Banco (*Head of Data*)¹¹ y que al igual que en el caso de Telefónica, reportará directamente al Director General del Banco y con muy altas competencias y capacidades directivas.

- **Data Protection Officer (DPO)** (Director o Delegado de Protección de Datos). Es un perfil jurídico, pero con formación informática y de seguridad de la información y ciberseguridad, aunque también podría ser un tecnólogo con formación jurídica en protección de datos y privacidad. Este perfil va a ser exigible en la Administración y en determinadas empresas, a partir de 2018, en que entre en vigor con todas sus consecuencias la nueva, y ya citada, Ley de Protección de Datos y Privacidad de la Unión Europea, aprobada en mayo de 2016.

También comienza a tener bastante fuerza en grandes y medianas empresas, el rol del **CTO** (*Chief Transformation Officer*) con las competencias de director de transformación digital de la corporación y con la responsabilidad de liderar dicha transformación digital y la digitalización necesaria.

Además de las acreditaciones anteriores, las organizaciones y empresas valoraran cada día con mayor intensidad a los demandantes de empleo y a los propios empleados, las certificaciones internacionales en seguridad como **CISA**, **CISSP**, **CISM** o certificaciones propias de los grandes fabricantes y proveedores de soluciones de seguridad de la información, hardware y software propietario o de código abierto, con estándares como OpenStack y otros.

Conforme se despliegan las nuevas tecnologías y tendencias tecnológicas como: inteligencia artificial (*machine learning* y *deep learning*), robótica, tecnologías cognitivas (“robots”, *bots*, *cobots* y *chatbots*, Watson de IBM), *drones*, fabricación aditiva (impresión 3D), tecnologías *ponibles* (*wearables*), aplicaciones de la banca digital, especialmente ***fintech***, (aplicaciones financieras) tecnologías ***blockchain*** (cadenas de bloques, *encriptadoras*), aplicaciones de cartografía, GIS, geodesia y ciencias de la tierra, aunque las oportunidades que traerán estas tecnologías son innumerables, los incidentes cibernéticos irán en aumento si les unimos los riesgos del *Internet Industrial de las Cosas* o *Internet de Todo*, y el crecimiento exponencial de los datos (*big data*) alojados en grandes centros de datos, desplegados a lo largo y ancho del mundo, en la nube (*cloud computing*) con los enormes riesgos a la privacidad y protección, por parte de los innumerables *hackers* y de empresas del “**ciberdelito como servicio**”.

Por estas razones continuarán emergiendo nuevos perfiles o profesiones que, como los grandes sociólogos, especialistas en recursos humanos, nos recuerdan, todavía no han nacido y son difíciles de imaginar. Algunos de ellos –ya citados– podrían ser:

- *Growth Hacker* (Responsable de la imagen digital que combina conocimientos de marketing, SEO, *Community Manager*, *Social Media Manager*, programación Web, Twitter, Facebook, Uber, Airbnb han potenciado esta nueva profesión)
- Analista de Big Data
- Ingeniero de Big Data
- Científico de datos
- Ingeniero de Internet de las cosas
- Consultor de *hacking ético* (analista de los peligros informáticos y de su prevención y corrección)
- Gestor de robots colaborativos
- Desarrollador de aplicaciones API para *Bots*, *Chatbots*...
- Diseñador de “nubes”
- Gestor de seguridad en la nube
- Expertos en impresoras 3D y fabricación aditiva
- Ingenieros de Robótica y de Inteligencia Artificial
- Ingenieros de objetos inteligentes

Así mismo y dado que la nube (cloud computing) es la espina dorsal de la transformación digital, soporte de la industria 4.0 y base de la cuarta revolución industrial, las empresas requieren especialistas y profesionales de la nube, apareciendo nuevos perfiles profesionales, como los citados anteriormente “Diseñador de nubes” y “Gestores o administradores de seguridad en la nube”,

Cabe comentar que los **científicos de datos** (*Data Scientist*), una de las profesiones emergentes más demandada en la actualidad –relacionada directamente con los analistas y desarrolladores de big data– comienza a ser solicitada para funciones en ciberseguridad, especialmente para análisis de datos y ayuda en la toma de decisiones en las estrategias de ciberseguridad, sobre todo de las grandes empresas para asesoramiento en los grandes volúmenes de datos que hoy día maneja. Por eso se han puesto en boga cursos especializados de Análisis de Datos y de Estadística Computacional, así como de **Aprendizaje Máquina** (*Machine Learning*) y **Aprendizaje Profundo** (*Deep Learning*), programación y desarrollo de lenguajes de programación especializados en análisis de datos, como R y Python, además, claro, de posgrados (master y especializaciones) en **Ciencia de Datos** (Data Science).

Todos los roles y profesiones citados, guardarán una estrecha relación con la *Nube*, la *Ciberseguridad*, *Internet de las Cosas* y *Big Data*, los cuatro pilares de la transformación digital de las organizaciones y empresas del final de esta década y de la próxima.

LA FORMACIÓN EN CIBERSEGURIDAD Y EN SUS TECNOLOGÍAS DISRUPTIVAS

Empresas de todo tipo, desde multinacionales a pequeñas y medianas empresas, requieren y buscan expertos en seguridad informática y, en especial, en ciberseguridad. Diferentes son los campos de la ciberseguridad más demandados. Entre ellos podríamos destacar:

- Ciberinteligencia
- Análisis forense
- *Hacking ético*
- Desarrollo de hardware y software seguro
- Ciberespionaje
- Encriptación
- Seguridad en la nube

Como nota de interés, comentar que los ya mencionados varias veces, científicos de datos, comienzan a ser muy solicitados para roles en ciberseguridad especialmente para análisis de datos y ayuda en la toma de decisiones en las estrategias de ciberseguridad, sobre todo en las grandes

empresas, para asesoramiento y prevención de los riesgos que los big data puedan producir.

En España, América Latina y el Caribe, existe una amplia oferta de *Master* (Maestría), *especializaciones* y *expertos*, cursos profesionales y de postgrado, especializados en Ciberseguridad e impartidos por universidades y escuelas de negocio con el apoyo de las grandes empresas informáticas, de seguridad informática y de las grandes consultoras. Estas ofertas hoy día son tanto presenciales como *online* (virtuales) o híbridos.

Los datos: presente y futuro de la ciberseguridad

En 2020, según estima Cisco, habrá 50 000 millones de objetos conectados (computadores, teléfonos inteligentes, tabletas, sensores, electrodomésticos, etc.). Por esas fechas, las tecnologías móviles **5G** es previsible se comercialicen con velocidades de transmisión de datos 250 veces mayor que la actual **4G** (*LTE* y *LTE-Advanced*). Estos datos significan que el Internet de las Cosas, Internet de Todo o el Internet Industrial de las Cosas, se habrá implantado a lo largo y ancho del mundo, por lo que «*el futuro del Internet de las cosas estará en manos de la Ciberseguridad*». Esta situación significa que se requiere, *desde ya*, una alta inversión en ciberseguridad, dado que la falta de inversión producirá grandes problemas en organizaciones y empresas.

Los datos se alojarán preferentemente en la nube, por lo que el análisis de los grandes volúmenes de datos será una práctica diaria, de tal forma que Big Data, Internet de las Cosas y Ciberseguridad serán la piedra angular de la sociedad de la tercera década de nuestro siglo.

Las grandes carreras tecnológicas del futuro –además de las relacionadas con inteligencia artificial y robótica– serán los citados anteriormente: **Científicos de datos**, **Desarrolladores del Internet de las Cosas** junto a los **Arquitectos y Especialistas de Ciberseguridad**.

REDES 5G: EL NUEVO MUNDO HIPERCONECTADO

Las redes 5G se desplegarán comercialmente a lo largo del año 2020, aunque ya hay fabricantes y operadoras de telecomunicaciones que están investigando en estos futuros teléfonos y algunas de ellas –como Huawei, Ericsson, Telefónica, Intel, Samsung– han anunciado que, probablemente, pueden iniciar despliegues comerciales en 2018 si sus investigaciones actuales siguen el progreso previsto.

Las principales características de las redes de telefonía 5G son:

- Reducción del retardo de las comunicaciones (latencia: el tiempo que se tarda en recibir el primer paquete de datos enviado).
- Aumento del caudal de transferencia de información.

- Mejora de la cobertura y número de dispositivos que podrán conectarse en nodos/celdas de cada red.

La latencia se espera baje a 5ms, velocidad similar a la que se obtiene por fibra óptica. Esta característica permitirá una interconexión de gran calidad entre aparatos conectados en tiempo real y, sobre todo, proveerá de seguridad a coches autónomos que dependen de la información que otros envían a la ciudad para circular por sus calles sin peligro.

También aparecen nuevos términos que comienzan a consolidarse: comunicación **D2D** (*Device to Device*), protocolo que permitirá que los dispositivos móviles puedan ser capaces de conectarse y comunicarse entre sí, ayudando a expandir el rango de cobertura creado por las antenas instaladas para soporte de las redes.

Otra propiedad importante de las redes 5G es la gran cantidad de dispositivos que podrán desplegarse, hasta 100 dispositivos sin producirse saturación se podrán desplegar por metro cuadrado. Aunque estas cifras son muy elevadas, es preciso pensar que los objetos inteligentes en la vida real, en el hogar, en la fábrica... irán aumentando progresivamente. Imaginemos el caso del futuro hogar inteligente, la gran cantidad de sensores que se podrán instalar en puertas, ventanas, electrodomésticos, dispositivos de luces, etcétera.

Las tecnologías 5G potenciarán, fundamentalmente, el Internet de las Cosas y los miles de millones de objetos que se podrán conectar entre sí producirán un mundo hiperconectado y la conectividad total.

Las aplicaciones 5G serán muy numerosas, entre las que podemos destacar:

- Aparición y despliegue de los drones autónomos.
- Inicio del automóvil conectado.
- Popularización de la realidad virtual y realidad aumentada, produciendo modelos de realidad híbrida.
- Nuevos servicios en la nube integrados en la Red.
- Potenciación de la Industria 4.0, fundamentalmente basada en robótica y en inteligencia artificial.

LA REVOLUCIÓN SILENCIOSA DE *BLOCKCHAIN*

Las tendencias tecnológicas para 2017 y siguientes años de la actual década como ya hemos visto en la obra -desde el Foro Económico Mundial (WEF) hasta las grandes consultoras como Gartner o las grandes auditoras como PwC- pasan por considerar a *blockchain* como la tecnología dominante y disruptiva. La

revolución silenciosa del *blockchain* como vaticina la prestigiosa revista *MIT Technology Review* hasta la simple *La Revolución Blockchain* como pronostica el prestigioso pensador Don Tapscott en su libro de igual título, coinciden en que una de las tecnologías de mayor impacto será la cadena de bloques y que puede traer consigo un modelo que puede producir un gran cambio en la sociedad y en la economía global al igual que sucedió con la aparición de Internet y de la Web a principios de los 90.

La tecnología *blockchain* está llamada a traer gran eficiencia e innovación a la economía y apunta hacia una tendencia imparable a la par que disruptiva que va a modificar la forma en que se intercambia cualquier tipo de datos y se realiza cualquier transacción financiera o económica en su más amplio sentido.

Su característica más sobresaliente y su gran valor, es su seguridad. Es una tecnología de intercambio de datos muy segura ya que permite realizar transacciones de cualquier tipo de forma fiable y segura, sin necesidad de que exista un tercera parte como intermediaria. El WEF en uno de sus últimos informes ya anunciaba y predecía que la tecnología *blockchain* alterará de raíz el modo en que las instituciones financieras hacen negocios y se acabará convirtiendo en el corazón y espina dorsal del sistema financiero internacional.

Así mismo las tecnologías de cadenas de bloques serán una tecnología clave para el despliegue y asentamiento de la cuarta revolución industrial y de la Industria 4.0. Las fábricas o factorías inteligentes podrán actuar solas pero lo normal es que actúen de forma enlazada con otras fábricas, pero conservando su autonomía, pudiendo hacer pagos o provisiones de suministros por sí solas, pero teniendo presente a las empresas socias y a la propia competencia. En el sector industrial se ha comenzado a implantar *blockchain* en el desarrollo de la *trazabilidad total de un producto*, desde que se fabrica hasta que realiza la compra un consumidor final. Grandes fabricantes a nivel mundial como Siemens, Airbus o Daimler ya han empezado a trabajar en la trazabilidad de las piezas a lo largo de todo su ciclo de vida. «Las empresas industriales, explica Oscar Lage -coautor de un excelente libro de *Blockchain*- en *Expansión*¹², pueden hacer que sus proveedores registren en *blockchain* el código de cada pieza y que añadan todos los datos asociados, incluyendo las correcciones que hagan éstas y seguir la trazabilidad de cada pieza desde que salen de su almacén y no solo en su proceso industrial».

En resumen, la tecnología *blockchain* será una de las grandes protagonistas de la transformación digital de las entidades financieras y uno de los soportes clave de la Industria 4.0, uniéndose a las tecnologías disruptivas que hemos ido analizado a lo largo de nuestra obra.

LOS PELIGROS DE LA TECNOLOGÍA *BLOCKCHAIN* Y SU IMPACTO EN LA CIBERSEGURIDAD.

La confianza y la seguridad que aportan las tecnologías de cadenas de bloque a cualquier intercambio de datos, es sin género de dudas, su gran ventaja y oportunidad. Sin embargo, y, precisamente por estas razones, los peligros y riesgos que conllevan son muy grandes y evidentes -recordemos las continuas noticias que surgen sobre la aplicación de la moneda *bitcoin* y otras criptomonedas, cuyo soporte fundamental es *blockchain*- lo cual requiere una capa de ciberseguridad en las aplicaciones de la tecnologías para detectar y hacer frente a los posibles ataques de hackers.

La ciberseguridad está intimamente relacionada con *blockchain* y se debe contemplar en cualquier proyecto de adopción de la tecnología, tanto en el sector financiero y de la banca, como en cualquier otro sector donde se esté aplicando o se vaya a aplicar.

EL FUTURO DE INDUSTRIA 4.0: FERIA HANNOVER-MESSE 2017

El término Industria 4.0 –como ya conoce el lector– fue acuñado en el marco de la estrategia de alta tecnología del gobierno federal alemán para describir una producción industrial a la que todos los productos y máquinas están interconectados entre sí digitalmente. La estrategia fue presentada en la Feria Industrial de Hannover (Alemania). En los años sucesivos, la feria ha seguido teniendo como eje central Industria 4.0 y sus diferentes tecnologías para conseguir la fabricación inteligente.

La edición de la feria 2017 (24 al 28 de abril) tenía como lema central: “Industria Integrada-Creando Valor”. En la presentación de su programa se resaltaba que la Industria 4.0 ya no es una visión de futuro, sino que ya se ha desplegado y es motor de la nueva industria, y también es el motor para la transición energética. De hecho, otro de los lemas (dentro de Hannover-Messe, además de la feria principal dedicada a la industria, se desarrollan siete ferias más en paralelo, y, en particular, una dedicada a Energía) es “Industria Integrada-Energía Integrada”.

En la presentación¹³ de la feria, Jochen Köckler, miembro de la junta directiva de Deutsche Messe AG, manifestó que: «Las empresas industriales y energéticas deben reconocer las ventajas que les puede reportar la digitalización a largo plazo. Pero el valor añadido no solamente deriva de las máquinas. Los nuevos modelos de negocio y los efectos positivos para los trabajadores se convierten en un motor complementario del éxito de la empresa». Los temas centrales previstos para presentar son: Industria 4.0, Servicios Energéticos Integrados, **Gemelos**

Digitales, Mantenimiento Predictivo, Energía Digital, Robots Distribuidos y Colaboradores (**Cobots**); tanto las grandes empresas como las pymes deben sopesar múltiples opciones tecnológicas, cuyos efectos muchas veces son difíciles de predecir. A destacar una de las tendencias tecnológicas que la consultora Gartner pronostica despegarán en 2017 y años siguientes, son los gemelos digitales (*digital twins*) y los robots **cobots**. De hecho, en el documento de presentación de la feria se reseña que: «en el futuro, los productos después de venderse permanecen interconectados con el fabricante, suministrándole continuamente datos importantes. Esto permite a las empresas desarrollar servicios complementarios basados en Internet, y abrirse nuevos mercados más allá de las tradicionales barreras sectoriales».

Otro aspecto importante destacado por Köckler, es que el lema *Integrated Industry-Creating Value* se refiere asimismo a los trabajadores en la producción:

Gracias a las tecnologías de industria 4.0, las tareas del obrero de fábrica se vuelven más emocionantes y más variadas y —por ende— más ‘valiosas’. El operario adquiere cada vez más responsabilidad para solucionar problemas, tomar decisiones, aplicar innovaciones e impulsar la creación de valor. Pero esto no es automáticamente así. Lo más importante es capacitar al personal cualificado para trabajar en el entorno laboral 4.0. En la fábrica del futuro habrá cada vez más puestos de trabajo inteligentes, capaces de adaptarse al conocimiento del operario y de apoyarlo en sus tareas.

Otra parte interesante a destacar en la presentación, es su afirmación de que: «En una planta de producción ágil y flexible, los cursos de capacitación tienen que realizarse directamente en la máquina y durante el proceso de fabricación. Las herramientas que se usan para tal fin son las aplicaciones de realidad virtual, gafas de datos, *smartphones* y tabletas, lo que explica también el protagonismo de éstas en Hannover Messe 2017.»

En síntesis, habrá que esperar a ver la evolución de los resultados de la feria, pero, sin duda, confirmará que la Industria 4.0 y sus conceptos y pilares tecnológicos ya han llegado a la sociedad y que la cuarta revolución industrial también ha despegado.

TENDENCIAS PRESENTADAS EN LA FERIA HANNOVER-MESSE 2017

Las tendencias de la industria presentadas en la feria e incluidas en el programa oficial, durante los días 24 al 28 de abril de 2017 y que se pueden consultar en el sitio web oficial¹⁴ de la misma, así como en los numerosos artículos e informes publicados son;

- *Industria 4.0* [el aldabonazo final y la constatación de la realidad].
- Energía integrada.

- Materiales y revestimiento inteligentes.
- Mantenimiento predictivo [el impacto de big data y la analítica predictiva].
- Cobots.
- Eficiencia energética.
- *Gemelos digitales (Digital Twins)*

Las tendencias anteriores reflejan de un modo fiel la consagración de la Industria 4.0 y de la Fábrica o Factoría Digital e Inteligente. En tan solo seis años desde que se lanzó el concepto de Industria 4.0, precisamente en la feria de Hannover de 2011, y a tan solo 4 años de la publicación del estudio de la Academia Alemana ACATECH (ver Capítulo 1) la nueva industria ha llegado al mercado y tarde o temprano llegará a todos y cada uno de rincones donde se realice fabricación o a las organizaciones y empresas que se adaptaran a los principios de esta tendencia y que hemos tratado de analizar a lo largo de esta obra.

Industria 4.0 se ha podido comprobar en la Feria de Hannover de 2017 y se irá viendo en los siguientes meses está cambiando no solo la industria, los mercados y el mundo de los negocios. La conversión de las factorías convencionales en factorías inteligentes requiere una mezcla de tecnologías innovadoras como las que hemos ido describiendo en capítulos anteriores, pero los resultados de la feria muestran que se ha de prestar especial atención a lo largo de este 2017^a las tres grandes tecnologías disruptivas presentadas en la misma: **Gemelos Digitales, Inteligencia Artificial y Cobots** que se combinarán en un futuro ciberfísico.

EN EL UMBRAL DE LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

El 2017 viene cargado de retos y oportunidades por el despliegue de Industria 4.0 en la mayoría de los países del mundo, y en particular Europa, Latinoamérica y el Caribe. Los eventos internacionales sobre la Industria 4.0 se prodigarán por doquier, y los cursos de posgrado y las investigaciones en la industria, la empresa y la universidad proliferarán. El advenimiento de la Cuarta Revolución Industrial ya es un hecho contrastado y nos encontramos en el umbral de una revolución que según todos los grandes expertos traerá más beneficios y oportunidades que todas las revoluciones anteriores. Sin embargo, también traerá consigo graves y tremendos problemas y grandes inconvenientes, sobre todo derivados de la seguridad y privacidad de los datos —tanto de empresas como de personas— y el impacto en la mano de obra calificada y sin calificar. Si hacemos caso a las previsiones de 2016 del Foro de Davos, por un lado, perderemos más de siete millones de puestos de trabajo, y por otro lado ganaremos dos millones de

empleos calificados: evidentemente la pérdida es notable. Nosotros consideramos que, si hacemos caso de los grandes expertos internacionales y de los numerosos estudios e informes que se publican continuamente, las numerosas oportunidades que nos traerá la Industria 4.0 serán muy notables, y si los gobiernos, organizaciones, empresas acometen la formación y cualificación de los trabajadores, los beneficios de la Industria 4.0 serán infinitamente más positivos que los posibles inconvenientes que traerá al mundo laboral y que se verán muy amortiguados.

Internet de las Cosas, las futuras redes de comunicaciones 5G, los sistemas ciberfísicos serán la base de la fabricación inteligente, pero también ayudarán en la transformación digital de organizaciones y empresas, lo que contribuirá a las grandes oportunidades de esta nueva cuarta revolución industrial.

La Inteligencia Artificial Aplicada con el soporte de Big Data y de Internet de las Cosas está llegando a todos los campos de la sociedad: desde la empresa, la fabricación industrial y la salud, pasando por la Universidad, la Administración Pública y todos los sectores de la investigación. Los robots colaborativos, los robots humanoides, los robots virtuales (*bots* y *chatbots*) y las numerosas aplicaciones en los sectores más diversos, harán que la inteligencia artificial aplicada al igual que sucedió con Internet y con la Web pasen a formar parte de nuestra vida diaria.

La robótica, en particular los robots “humanoides” y, especialmente, los robots colaborativos “cobots” constituirán las bases de una nueva sociedad con estos seres “robóticos” como ejes centrales de las futuras décadas.

La ciberseguridad será uno de los grandes retos, pero también grandes oportunidades para organizaciones y empresas, pero si se afrontan y ponen en marcha estrategias de ciberseguridad en paralelo a los planes de negocio, sin lugar a dudas serán fortalecidas en su gestión diaria y los efectos serán muy positivos.

Industria 4.0 involucra a numerosos sectores: desde la automatización, el procesamiento y analítica de datos, la logística, la industria, la salud hasta la formación, la investigación y, por extensión, la sociedad en general.

Las fábricas inteligentes (Fábrica 4.0 o Factoría 4.0) ya comienzan a ser una realidad en muchos países industriales y poco a poco irán llegando a los restantes. Sus ingredientes principales, como ya se ha destacado y se ha reiterado en la Feria Hannover-Messe 2017 serán los pilares tecnológicos de las nuevas fábricas inteligentes: La **inteligencia artificial, los cobots y los gemelos digitales** (*digital twins*) y constituirán el soporte de cualquier industria futura y de la reconversión de la mayoría de las actuales fábricas.

Por todo lo anterior, los grandes pensadores y futurólogos plantean que se requiere y exige una concienciación y sobre todo formación y educación en las nuevas tecnologías de la Industria 4.0 que hemos ido describiendo a lo largo de

esta obra, desde la computación en la nube al *big data*, pasando por Internet de las Cosas, las ciudades inteligentes y la analítica de datos para la toma de decisiones eficaz y eficiente en las organizaciones y empresas, con una espina dorsal soportada en la Inteligencia Artificial y en la Ciberseguridad.

BLOCKCHAIN(CADENAS DE BLOQUES)

Aunque ya le hemos dedicado un amplio espacio a lo largo de nuestra obra, para terminar, queremos nuevamente resaltar una de las innovaciones tecnológicas que se prevén de mayor impacto en los próximos años y que constituirán la base de una nueva era tecnológica: *Blockchain* (cadena de bloques). La mayoría de los estudios sobre tendencias tecnológicas publicados para los próximos años así lo confirman.

Si se cumplen los pronósticos de uno de los grandes pensadores y futurólogos de la actual época digital, Don Tapscott: «la tecnología de **Blockchain** transformará la economía global y su impacto en nuestras vidas será tan significativo como el que representó la aparición de internet».

RESUMEN Y CONCLUSIONES FINALES

"La cuarta revolución industrial, **no se define por un conjunto de tecnologías emergentes en sí mismas, sino por la transición hacia nuevos sistemas que están contruidos sobre la infraestructura de la revolución digital (anterior)**", señala Schwab (2016) en su libro de **La Cuarta Revolución Industrial**, y también en la inauguración del Foro de Davos de enero de 2016 como director ejecutivo del Foro Económico Mundial (WEF, por sus siglas en inglés) y uno de los principales entusiastas de la "revolución".

La automatización se realizará por los **sistemas ciberfísicos** producidos por el internet de las cosas y el *cloud computing* o nube y el advenimiento de la inteligencia artificial aplicada. Los *sistemas ciberfísicos*, que combinan maquinaria física y tangible con procesos digitales, son capaces de tomar decisiones descentralizadas y de cooperar -entre ellos y con los humanos- mediante el internet de las cosas y permitirán las fábricas inteligentes.

La feria de Hannover Messe celebrada a finales de abril de 2017 y referencia mundial en procesos de fabricación ha presentado pruebas de la fabricación inteligente mediante la implantación de tendencias tecnológicas tales como: inteligencia artificial (aprendizaje automático), robots colaborativos (cobots) y gemelos digitales (dispositivos que permiten seguir en tiempo real los procesos industriales).

En el capítulo se detallan las innovaciones y tendencias tecnológicas que han ido impactando a lo largo del año 2016 y en el primer cuatrimestre de

2017 reflejadas por los informes y estudios de las grandes consultoras Gartner y Accenture, y el WEF (World Economic Forum):

10 principales tendencias tecnológicas emergentes del WEF (junio 2016):

1. Internet de las nanocosas
2. Almacenamiento de energía de red (gran escala)
3. **Cadena de bloques (*blockchain*)**
4. Materiales 2D
5. Vehículos autónomos
6. Órganos en chips
7. Células solares de perovskita
8. Ecosistema abierto de inteligencia artificial.
9. Optogenética.
10. Ingeniería metabólica de sistemas

Tendencias tecnológicas para 2017, de impacto en 2017-2020, de la consultora Gartner:

1. Inteligencia artificial aplicada y aprendizaje automático avanzado
2. Aplicaciones inteligentes
3. Cosas inteligentes
4. Realidad virtual y realidad aumentada
5. Gemelos digitales (*Digital Twins*)
6. ***Blockchain***
7. Sistemas conversacionales
8. Redes (mallas) de aplicaciones y arquitectura de servicios
9. Plataformas tecnológicas digitales
10. Arquitectura de seguridad adaptativa

La consultora Accenture se inclina por las siguientes tecnologías de impacto para 2017:

1. Adopción de interfaces API.
2. Inteligencia Artificial.
3. ***Blockchain***.

4. Realidad virtual, realidad aumentada y realidad capturada.
5. Internet de las cosas.

La transformación digital que trae consigo Industria 4.0 y la cuarta revolución industrial conlleva retos y oportunidades para el empleo y aunque algunos informes de prestigio como el del WEF 2016 estiman en cinco millones de puestos de empleo los que se perderán en los países industriales, los hechos también están demostrando que excepto en oficios y empleos muy determinados, como tareas repetitivas y similares, la oportunidad de la cuarta revolución industrial será muy beneficiosa y conllevará una gran cantidad de nuevos puestos de trabajo y de calidad.

Los roles profesionales son muy numerosos y según estimaciones de futuro, muchos de los roles profesionales de la tercera y cuarta década del siglo XXI todavía ni se han creado ni se conocerán.

Los puestos más demandados en tecnologías y estrategias empresariales son los de científicos de datos, y los directores de datos (CDO) y los nuevos que comenzaran a ser obligatorios en las organizaciones y empresas de la Unión Europea a partir de mayo de 2018, directores o delegados de protección de datos (DPO).

Blockchain (cadena de bloques)

La cadena de bloques soporte de la moneda virtual bitcoin y de otras criptomonedas es prácticamente la única tecnología disruptiva en la que coinciden casi todos los informes y estudios consultados para 2017 y siguientes - además claro de las ya conocidas de inteligencia artificial, realidad virtual y realidad aumentada, internet de las cosas- desde el WEF, a Accenture pasando por Gartner. El libro de Tapscott anunciando la revolución de *blockchain* es una fuente de referencia y por ello consideramos que en los años restantes hasta la llegada de la tercera década del siglo XXI constituirán una tecnología muy disruptiva y que será necesario seguir y analizar como una de las grandes tendencias tecnológicas de finales de esta década y de la siguiente.

La fabricación inteligente

Las **fábricas o factorías inteligentes**, soporte de la Industria 4.0 se han presentado en la feria HANNOVER MESSE en abril de 2017. En la Feria se han visto casos prácticos y como la conversión de las fábricas convencionales en fábricas inteligentes (*Smart Factory*) requiere una mezcla de tecnología de automatización innovadora, **gemelos digitales**, **cobots** e **Inteligencia Artificial**.

Los **gemelos digitales**, considerada una de las tecnologías emergentes de la consultora Gartner para 2017 (anunciadas en octubre de 2016) , se han visto en funcionamiento en la feria y ya como una realidad en los procesos de fabricación

inteligentes. Además, los cobots (robots colaborativos) y la inteligencia artificial, (aprendizaje automático) constituyen los tres pilares de las factorías inteligentes

BIBLIOGRAFÍA

- **CHISHTI**, Susanne y **BARBERIS**, Janos (2017). *El futuro es FINTECH*. Barcelona: DEUSTO.
- **LA VANGUARDIA** (2017). *El imperio de Silicon Valley y su nuevo orden mundial*. Dossier La Vanguardia. No. 63, enero/marzo 2017. Barcelona: La Vanguardia.
- **LA VANGUARDIA** (2017). Juicio a la Globalización. Dossier La Vanguardia. No. 65. Julio/septiembre 2017. Barcelona: La Vanguardia
- **PREUKSCHAT**, Alex (Coor.) (2017). *Blockchain: La revolución industrial de Internet*. Barcelona: Gestión 2000.
- **SCHWAB**, Klaus (2016). *La cuarta revolución industrial*. Barcelona: Debate.
- **TAPSCOTT**, Don y **TAPSCOTT**, Alex (2017). *La revolución Blockchain. Descubre como esta nueva tecnología transformará la economía global*. Barcelona; DEUSTO. Prólogo de Enrique Dans.

NOTAS:

¹ <https://www.weforum.org/es/agenda/2016/06/las-10-tecnologias-emergentes-de-2016/>

² Presentadas por David Cearley, vicepresidente y Fellow de Gartner en el congreso Gartner Symposium/ITxpo 2016 en Orlando, Florida. [en línea] <http://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartners-top-10-technology-trends-2017/>
http://www.gartner.com/technology/research/top-10-technology-trends/?cm_sp=swg_-_top10trends17

³ [Gartner 2017]: [en línea] <http://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartners-top-10-technology-trends-2017/>. [Consultado 18 de octubre, 2016]

⁴ La tendencia de realidad mixta -como fusión de la realidad aumentada y realidad virtual- se está haciendo una realidad a lo largo del año 2017 y la realidad fusionada -