

LA NUEVA ERA DIGITAL

Por el Académico de Número
Excmo. Sr. D. Juan-Miguel Villar Mir*

El objeto de esta presentación es poner de manifiesto los grandes cambios tecnológicos que se están sucediendo y su impacto en la sociedad actual, generalmente calificados como una nueva revolución industrial.

LÁMINA 1

LA NUEVA ERA DIGITAL

- LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL
 - LAS COMUNICACIONES COMO EJE PRINCIPAL DE LA NUEVA ERA DIGITAL
 - EL TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL
 - EL SER HUMANO ANTE ESTE DESAFÍO
 - ALGUNAS DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA ERA DIGITAL
-

Estructuraré mi intervención en cuatro partes diferenciadas:

- Comenzaré haciendo referencia a la existencia de un mundo siempre en transición impulsado por los avances tecnológicos, introduciendo el concepto de la que se ha denominado como *la cuarta revolución industrial* o *Industria 4.0*.

* Sesión del día 20 de junio de 2017.

- Me centraré, posteriormente, en la importancia de las *comunicaciones* como eje principal de la nueva etapa o era digital.
- Abordaré luego el tratamiento de la información y la inteligencia artificial.
- A continuación, expondré una reflexión sobre el papel del ser humano ante este nuevo paradigma y la necesidad de reforzar el impulso de los *valores morales* que deben permanecer vigentes en cualquier sociedad.

Y para finalizar, compartiremos brevemente algunos ejemplos de estas nuevas tecnologías.

LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Se estima que el planeta Tierra tiene una edad de, al menos, cuatro mil quinientos millones de años. El Homo sapiens, como última forma evolutiva del género humano, lleva ya sobre la tierra del orden de ciento cincuenta mil años, y a lo largo de ese tiempo su historia ha sido la de un cambio permanente. Un cambio lento durante milenios, con formas de vida fundamentalmente rurales y basadas en lo socioeconómico en la ganadería, en la agricultura y en formas artesanales de producción, hasta que, con la aparición de máquinas movidas por energías distintas de las animales, surge la llamada revolución industrial. Este fenómeno tiene lugar en el último tercio del siglo XVIII y en los poco más de doscientos años transcurridos desde entonces, los avances científicos y tecnológicos vienen impulsando cambios cada vez más acelerados.

Hasta finales del siglo XVIII las fuentes de energía se limitaban a la fuerza de hombres, de caballos y de otros animales, al agua y al viento. El invento del escocés James Watt, consistente en lograr el aprovechamiento eficaz de la energía del vapor, genera un proceso de industrialización tan rápido que mereció el calificativo de revolución industrial; proceso cuya base fueron los inventos y aplicaciones tecnológicas que, por primera vez en la historia del mundo y hace poco más de dos siglos, permitieron sustituir el trabajo manual del hombre por el de las máquinas, con lo que la humanidad comenzó a pasar de la artesanía a la industria. En esa primera revolución industrial, los talleres se transformaron en fábricas y nacieron los conceptos de obreros industriales e ingeniería industrial.

La aparición del gas y del petróleo como nuevos combustibles y del motor eléctrico como nueva fuerza motriz fue la base de la segunda revolución industrial a principios del siglo XX. Se inicia un avance gigantesco dentro de

LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

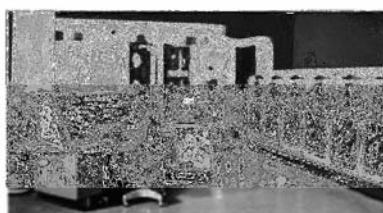
Primera Revolución Industrial



Segunda Revolución Industrial



Tercera Revolución Industrial



industrias como la química, el petróleo, la electricidad o el acero; avance cuyo punto culminante puede situarse en la introducción por Henry Ford, en los primeros años del siglo XX, de la cadena de montaje en movimiento.

Así, la humanidad sigue avanzando, imparable, impulsada por los avances tecnológicos.

Por su parte, los sistemas de organización de la producción van evolucionando, aumentando rendimientos, con nuevas concepciones de la organización productiva; concepciones apoyadas sucesivamente en criterios tecnológicos con Frederick Taylor, ideológicos con Henry Fayol y participativos con Douglas McGregor. Y así, aplicaciones tecnológicas y criterios organizativos, ambos fundamentales para mejorar la productividad, ponen a la humanidad en una rampa de despegue hacia niveles crecientes de desarrollo y bienestar, cuya tendencia no parece admitir limitaciones cuantitativas.

Ya entrada la segunda mitad del siglo XX, la revolución producida en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (las llamadas TIC) da lugar a lo que se ha definido como la Sociedad de la Información, que fue el desencadenante de la llamada tercera revolución industrial, etapa en la que todavía estamos ubicadas la mayoría de las naciones civilizadas. Y de esa etapa estamos pasando a la era digital, que gira en torno a un gran avance de las

comunicaciones y de las nuevas tecnologías, y que se caracteriza por la aparición de la microelectrónica, la gran descentralización de la producción, la economía orientada a los servicios y la utilización de nuevas formas de energía, como las renovables; todo lo cual está generando profundas transformaciones en una sociedad que se mueve en un mundo globalizado.

Como dato significativo, en 1970 el Fortune 100, como relación de las cien empresas del mundo de mayor capitalización en la Bolsa, estaba liderado por grandes grupos industriales, como General Motors, Exxon Mobil, Ford Motor y General Electric. Hoy estas compañías han sido Lámina 4: desbancadas por

LÁMINA 3
 LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

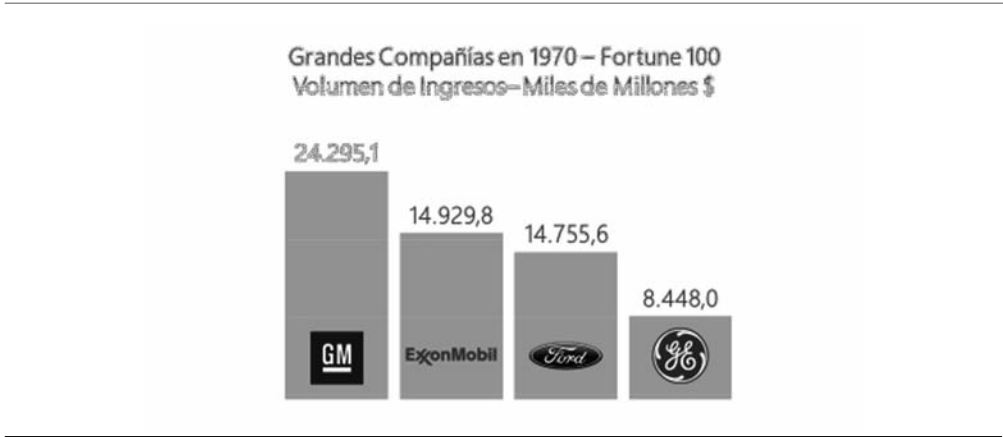
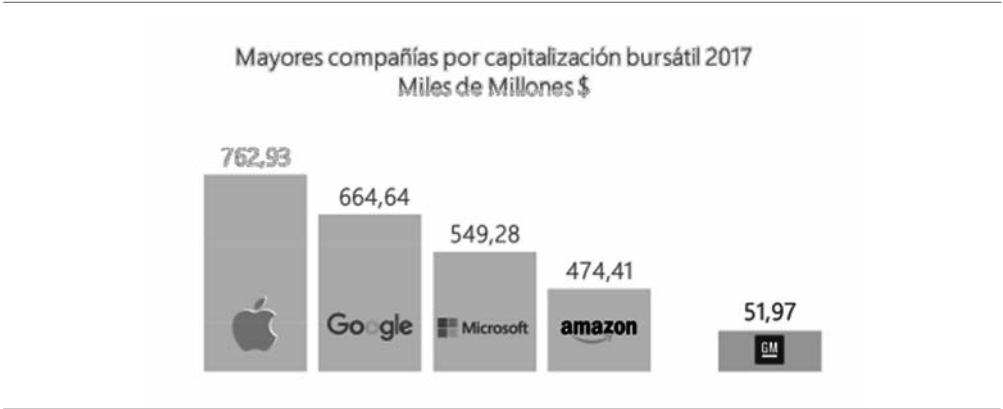


LÁMINA 4
 LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL



empresas tecnológicas, que ni siquiera existían en esa fecha, como Apple, Google, Microsoft y Amazon. Y así la capitalización bursátil de General Motors en estos momentos es del orden de diez veces menor que la de cualquiera de las cuatro tecnológicas citadas; empresas tecnológicas que, en general, apenas disponen de fábricas.

Los avances gigantescos de la comunicación y la globalización de la economía han alterado la propia naturaleza del comercio mundial y de las relaciones sociales de una manera tan significativa como lo hizo la aparición de la imprenta a mediados del siglo XV.

LÁMINA 5

LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL



Hoy plataformas tecnológicas, como Amazon, ponen a disposición de pequeños fabricantes la posibilidad de vender sus productos en cualquier lugar del mundo, ofreciéndoles servicios y posibilidades enormes para su crecimiento y desarrollo.

Y, si a finales del siglo XVIII la máquina de vapor cambió el mundo tal y como lo conocíamos, de nuevo vamos a experimentar cambios muy relevantes en los próximos años con la llamada cuarta revolución industrial o Industria 4.0, en la que la integración hombre-máquina será la responsable de una transformación añadida en esta nueva era.

El término *Industria 4.0* fue oficialmente presentado en sociedad por parte de consultoras alemanas en el Congreso de las Tecnologías de la Información celebrado en Hannover en 2013. Así mismo, Alemania fue el primer país

Klaus Schwab – Dir. Gral. Foro Económico Mundial

en incluir este término en la agenda del Gobierno como «estrategia de alta tecnología».

Klaus Schwab, nacido en Alemania en 1938, empresario y director general del Foro Económico Mundial de Davos, doctorado en Ingeniería por la Escuela Politécnica de Zúrich, doctorado en Económicas por la Universidad de Friburgo y máster en Administración Pública por la Universidad de Harvard, acierta en su reciente libro *La Cuarta Revolución Industrial*, al decir: «*Estamos al borde de una revolución tecnológica que modificará fundamentalmente la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos. En su escala, alcance y complejidad, la transformación será distinta a cualquier cosa que el género humano haya experimentado antes.*»

La Industria 4.0 se basa en sistemas que combinan estructuras físicas con *software*, sensores, nanotecnología y tecnología de comunicaciones, donde el internet de las cosas (*IoT*, por las siglas en inglés de *Internet of Things*) jugará un papel fundamental y aportará 14,2 billones de dólares a la economía mundial en los próximos 15 años, con un valor medio añadido anual de 0,95 billones de dólares, equivalentes a un crecimiento añadido medio en el conjunto del mundo algo superior al uno por ciento anual, según cálculos de la consultora Accenture realizadas en 2015.

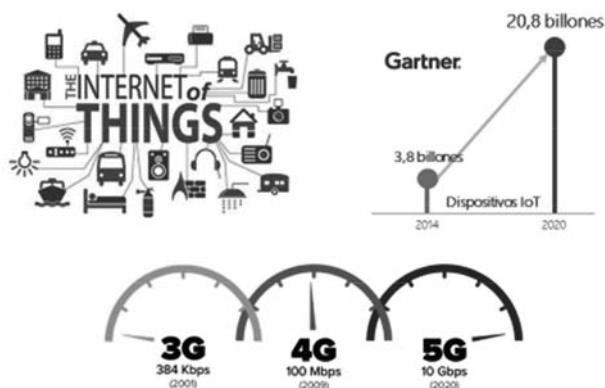
Los expertos señalan que serán precisamente los países más avanzados los que afrontarán los cambios con mayor rapidez, pero también destacan que serán las *economías emergentes las que puedan obtener mayores beneficios*, aunque, en todo caso, el proceso de transformación *sólo beneficiará a quienes sean capaces de innovar y adaptarse.*

LAS COMUNICACIONES COMO EJE PRINCIPAL DE LA NUEVA ERA DIGITAL

Los nuevos avances tecnológicos en las comunicaciones, tanto en rendimiento como en reducción de costes, están facilitando que su uso esté cada vez más extendido entre la población. Hoy existen más de cinco mil millones de personas con un teléfono móvil o, de modo más general, con un sistema o dispositivo móvil conectado a internet, lo que supone una oportunidad para la gestión del gran volumen de información que se está generando.

LÁMINA 7

LAS COMUNICACIONES COMO EJE PRINCIPAL DE LA ERA DIGITAL



Pero esto es sólo la punta del iceberg. Como hemos comentado anteriormente, el internet de las cosas permite que cualquier dispositivo se interconecte con cualquier otro, provocando un gran impacto no sólo en la transformación de los negocios, sino también en todos los ámbitos de la sociedad. No en vano, según estimaciones de Gartner, una consultora norteamericana independiente, referente en el mundo de las nuevas tecnologías por sus estudios de mercado, en 2014 había 3,8 billones de dispositivos conectados y se estima que, para 2020, el número de dispositivos llegará a los 20,8 billones.

En el ámbito de las comunicaciones móviles, las tecnologías actuales como 3G (3ª Generación) y 4G (4ª Generación) nos permiten, hoy en día, tanto hablar como mantener videoconferencias e intercambiar cualquier tipo de información, en cualquier lugar, independientemente de la distancia. Todo ello cada vez con mayor calidad y menor coste. Estas comunicaciones están evolucionando y se diferencian unas de otras en la velocidad de transmisión, la estabilidad o la seguridad, por citar algunas características.

Ante este nuevo modelo, ya existen nuevas tecnologías de comunicaciones móviles, como es el caso del 5G (5ª Generación), un nuevo sistema con mayor velocidad de transmisión y menor tiempo de respuesta. Esta nueva tecnología permitirá, a través de nuevos protocolos, establecer redes móviles de comunicaciones privadas, con mayor seguridad en la conectividad entre los dispositivos y mejorando la calidad del servicio.

EL TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Para encontrar una de las primeras necesidades de tratamiento masivo de la información habría que remontarse a 1880, cuando el censo de Estados Unidos tardó ocho años en realizarse. Esto provocó que se convocara un concurso con el objetivo de reducir los tiempos de elaboración del censo de la siguiente década. El concurso lo ganó Herman Hollerith quien, con su tabuladora eléctrica basada en fichas perforadas, lo realizó en «tan sólo» tres años.

Desde aquella fecha hasta la actual, la tecnología para el tratamiento de grandes volúmenes de información ha evolucionado de forma acorde con estas necesidades. Fue en la segunda mitad del siglo XX cuando la aparición de las bases de datos, primero jerárquicas —es decir, aquellas bases de datos que enlazaban sus registros con una estructura «padre-hijo»— y luego relacionales —formadas por varias bases de datos enlazadas entre sí a través de índices— permi-

LÁMINA 8

EL TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL



tió una mayor flexibilidad y un gran desarrollo tecnológico, siempre basado en información estructurada; siendo la *información estructurada* aquella que está perfectamente definida y utiliza formatos muy concretos, realizados con antelación y sin admitir ambigüedad.

En la actualidad, tenemos el nuevo reto de añadir a la información estructurada la información no estructurada que, además, puede provenir de múltiples fuentes (sensores de todo tipo, dispositivos móviles, correos electrónicos o redes sociales, como ejemplos). Y esto es lo que hoy se conoce como *Big Data*.

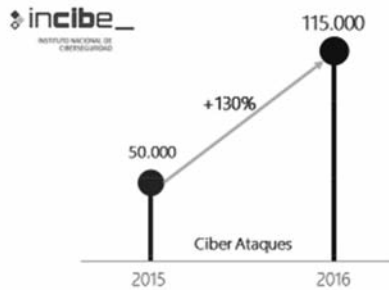
Por su parte, la inteligencia artificial ha dejado de ser un concepto propio del cine de ciencia ficción para instalarse en nuestra vida cotidiana. Empezó siendo capaz de aprender y predecir; y ha acabado comprendiendo tareas, adaptándose a los cambios y trabajando de forma autónoma, simulando, cada vez con mayor precisión, el comportamiento humano. Hablamos de los *sistemas cognitivos de computación*.

La computación cognitiva se refiere a sistemas artificiales de procesamiento de la información, capaces de percibir, aprender, razonar e interactuar con los seres humanos de forma natural, adaptando su comportamiento al entorno en el que se les utilice. Es lo que se denomina hoy la tecnología del futuro.

Estos sistemas tratan de simular la forma de pensamiento humano mediante algoritmos de aprendizaje, procesando y comparando la información con datos analizados anteriormente. Es decir, la finalidad que se persigue con estos sistemas cognitivos es especializarlos en áreas concretas para que analicen y procesen la información. Los sistemas cognitivos pueden «leer» texto, «ver» imágenes y «escuchar» el habla natural. Interpretan esa información, la organizan y ofrecen explicaciones de lo que significa, añadiendo, además, la razón de sus conclusiones. Todo ello interactuando con el ser humano en lenguaje natural.

EL SER HUMANO ANTE ESTE NUEVO DESAFÍO

Y paso a una consideración sobre los riesgos potenciales que implica la interconexión de todos los dispositivos digitales que nos rodean. La *ciberseguridad* es, sin duda, uno de los grandes retos del momento. *No debemos olvidar que todos los dispositivos conectados y, por tanto, toda la información que manejan, son susceptibles de ser vulnerables.*



En 2016, el Instituto Nacional de Ciberseguridad (Incibe) contabilizó *115.000 incidentes informáticos* a empresas y particulares en España, un 130% más que los 50.000 registrados el año anterior. Y es que el momento actual hace aún más compleja la protección frente a la ciberdelincuencia, principalmente porque ya no hay un perímetro que proteger. Simplemente, todo está conectado. Hemos incorporado la tecnología a nuestro día a día y acciones tan cotidianas como una transferencia bancaria o una compra/venta, las realizamos o las podemos realizar desde cualquier dispositivo conectado a través de las comunicaciones.

Todo esto acentúa el riesgo en el que incurre la sociedad. Lo hemos vivido hace sólo unas semanas con el *ciberataque mundial WannaCry*, que afectó a miles de dispositivos en todo el mundo. Los *ciberdelincuentes*, en este caso, realizaron un «secuestro de información», teniendo como único fin un beneficio económico pidiendo un pago por volver a la normalidad en cada sistema.

Frente a ello, es importante la investigación y el desarrollo de nuevos sistemas de seguridad que salvaguarden la identificación de la persona en la red, como son la *firma electrónica* o los *nuevos sistemas de identificación biométrica*, basados en el *reconocimiento facial* o en el *patrón vascular*.

En España llevamos años sensibilizados ante estas amenazas. Ya en 2013, nuestro Consejo de Seguridad Nacional aprobó la primera estrategia de ciberseguridad de nuestro país. Uno de sus principales objetivos es «*garantizar un uso seguro de las redes y los sistemas de información a través del fortalecimiento de nuestras capacidades de prevención, defensa, detección, análisis, investigación, recuperación y respuesta a los ciberataques*». Y reconoció al ciberespacio como un «*...nuevo ámbito de relación que ha proporcionado el desar-*

rollo de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones y ha diluido las fronteras permitiendo una globalización sin precedentes, que propicia nuevas oportunidades, pero conlleva serios riesgos y amenazas».

Cada vez más, deberemos garantizar la seguridad de los datos digitalizados. Y ese debe ser objetivo prioritario de todas y cada una de las entidades públicas y privadas, en aras de *garantizar la identidad* de nuestros interlocutores de manera fehaciente.

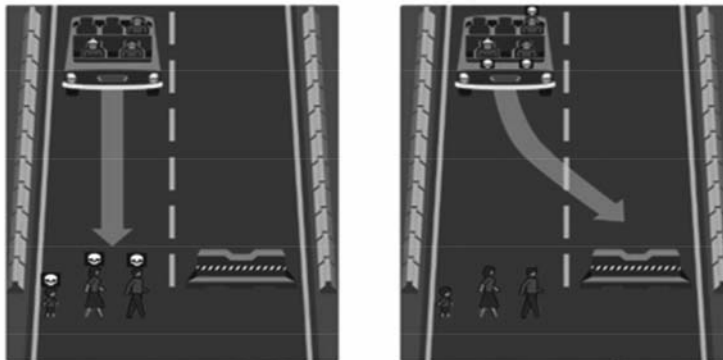
Los nuevos avances en materia tecnológica pueden y podrán registrar cambios, con mayor o menor impacto en los procesos de desarrollo y crecimiento. Y sólo la fundamentación en valores morales aportará un sólido contexto social, con mayores cotas de progreso y evolución. La integridad y el respeto de los valores morales son condiciones indispensables para un avance estable y un bienestar creciente en la humanidad.

Para concluir, imaginemos una situación hipotética, pero real en el medio plazo, en la que un coche autónomo se ve envuelto en una situación comprometida, como puede ser la aparición en la calzada de un peatón de forma repentina. Una situación donde el propio vehículo debe tomar una decisión en fracciones de segundo. ¿Qué estructura de valores morales llevaría al «sistema inteligente» que controla la máquina para tomar la decisión de proteger la vida de los ocupantes o la vida del peatón...?

LÁMINA 10

EL SER HUMANO ANTE ESTE NUEVO DESAFÍO

¿Qué decisión tomaría el coche autónomo?



ALGUNAS DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA ERA DIGITAL

Tras las notas que he expuesto durante mi intervención, me gustaría mostrar brevemente una serie de ejemplos asociados a las nuevas tecnologías de la cuarta revolución industrial. Los ejemplos están divididos en cuatro de las tecnologías más relevantes en la actualidad y que supondrán una auténtica revolución en los próximos años:

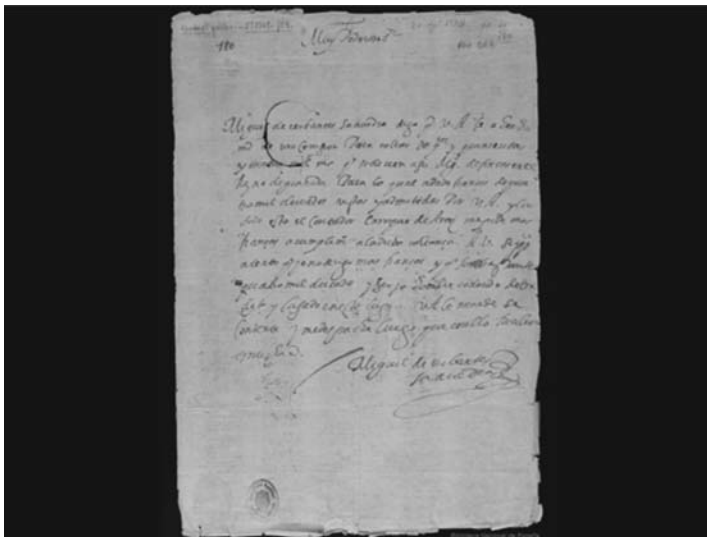
Digitalización

El avance de las nuevas tecnologías ha supuesto un cambio radical en la gestión de los archivos tradicionales, que demandaban desde hace tiempo cambios inmediatos en la forma de catalogar y recuperar la información, para proveer lo necesario para un servicio adecuado, que la infraestructura anterior no permitía. Entre otras, la digitalización presenta ventajas como:

- Facilita el acceso a los documentos.
- Agiliza la búsqueda y consulta de la información.
- Preserva el documento.
- Mejora las imágenes de documentos deteriorados.
- Permite compartir los documentos de manera segura.

LÁMINA 11

ALGUNAS DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA ERA DIGITAL



La Biblioteca Nacional de España cuenta con una gran Hemeroteca Digital, entre las que destacan obras como cantorales, manuscritos, cartas náuticas o libros de caballería. Algunas de ellas datan del año 1100.

Como ejemplo, podemos ver un manuscrito de Miguel de Cervantes, así como el Quijote, en su edición de 1605.

También podemos citar como ejemplo de digitalización el excelente trabajo realizado por la Real Academia Española, con el banco de datos CREA (Cor-

LÁMINA 12

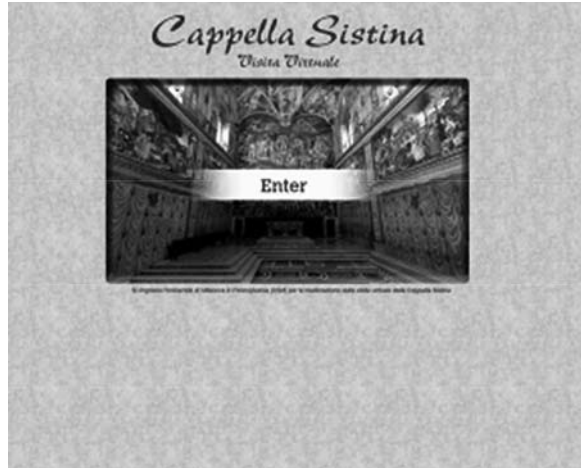
ALGUNAS DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA ERA DIGITAL



LÁMINA 13

ALGUNAS DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA ERA DIGITAL





Impresión 3D

La impresión 3D es un proceso aditivo que permite crear objetos capa a capa, en los tres ejes de coordenadas (x, y, z). La tecnología depende de los materiales, las propiedades mecánicas y el rendimiento que se necesite. *La técnica*, que *permite crear un objeto tridimensional sólido a partir de un modelo digital*, ha ido evolucionando a pasos agigantados desde su descubrimiento, con aplicaciones en sectores tan dispares como el de la sanidad o el de la automoción.

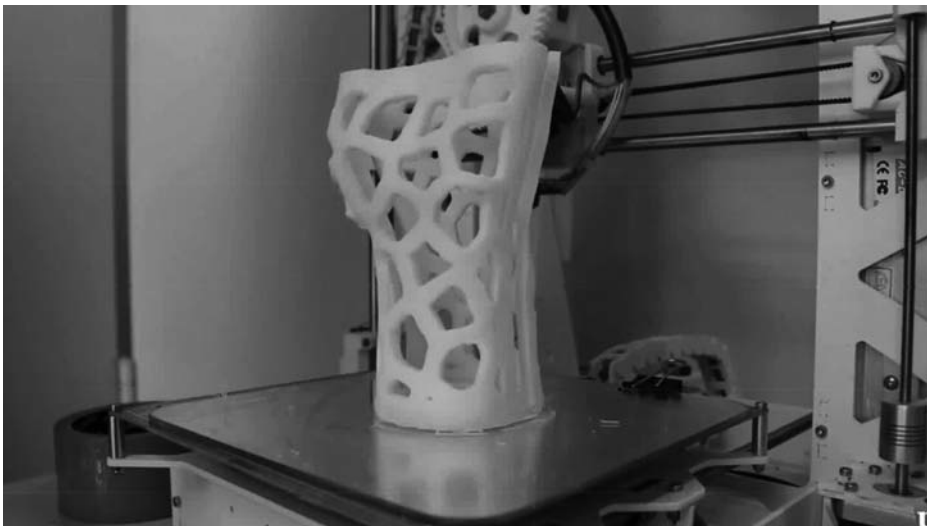
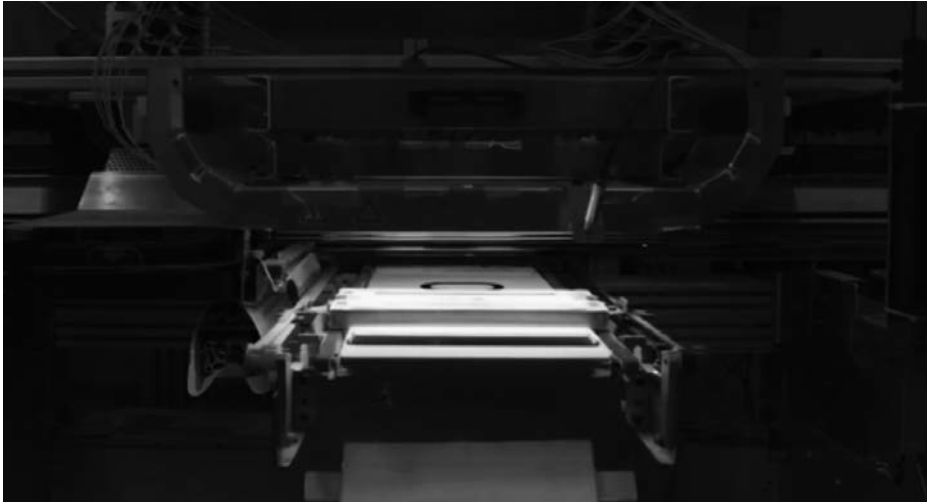
El desarrollo de esta tecnología no sólo se basa en la mejora de los dispositivos, donde fabricantes como HP han lanzado al mercado impresoras 3D orientadas a procesos industriales, sino también en los avances en los materiales, como por ejemplo el VESTOSINT, un polvo basado en poliamida, o el material termoplástico resistente y polivalente, apto para ingeniería, también desarrollado por HP. Por citar algunos casos destacados:

- *Piezas para la industria.* HP ha producido en 30 minutos un eslabón que pesa 113 gramos y puede levantar más de 4500 kilos.
- *Rehabilitación.* Un ingeniero español, Juan Monzón, ha creado Exovite, un sistema de rehabilitación ósea y muscular. Desde una plantilla digital extraída a través de un escáner, utiliza las impresoras 3D

para crear férulas a medida del paciente, que inmovilizan el miembro fracturado e incorporan un sistema de electroestimulación que, conectado al móvil, permite llevar a cabo la rehabilitación desde casa, lo que reduce el tiempo de recuperación y los costes asociados.

LÁMINAS 17 Y 18

ALGUNAS DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA ERA DIGITAL



Internet de las cosas

Probablemente el sector de la movilidad terrestre sea el que agrupe, en el sentido más amplio, los diversos conceptos de innovación, sostenibilidad, orientación a la sociedad y respeto por el medio ambiente.

Tanto entidades públicas como privadas trabajan conjuntamente en nuevos modelos de transporte, donde las nuevas tecnologías permitirán realizar desplazamientos con cero emisiones, de manera autónoma y con mayor seguridad, todo ello gracias a la comunicación entre todos los dispositivos involucrados: vehículos, señales de tráfico, autoridades competentes, fabricantes, aseguradoras y otros.

La apuesta por la investigación en tecnologías que permitan la reducción de la contaminación ha hecho posible que el coche eléctrico sea ya una realidad y se siga investigando para mejorar su autonomía, que es el principal talón de Aquiles de esta tecnología con cero emisiones. Y es que aún no es posible realizar un trayecto de más de 400 km sin tener que recargar las baterías.

En esta línea, empresas como Siemens y Mercedes están desarrollando *sistemas híbridos (motor de combustión + motor eléctrico)*, apoyados en la instalación de una red de catenarias en las carreteras que, mediante el uso de pan-

LÁMINA 19

ALGUNAS DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA ERA DIGITAL





tógrafos, sirva para recargar el motor eléctrico. Esta tecnología ya se está probando en Suecia, al norte de Estocolmo.

En otros países, como Corea del Sur, ya han solventado el problema de la autonomía en trayectos urbanos, instalando un novedoso sistema de recarga por inducción bajo el asfalto, de modo que alimente a los autobuses eléctricos que cuentan con este sistema. Esta tecnología consiste en la instalación de unos cables, que han sido enterrados en la carretera, para que produzcan campos electromagnéticos. La energía es recogida por unos dispositivos para convertirla en electricidad. Gracias a ello, los autobuses, además de circular con cero emisiones, no tienen que parar durante horas para cargar las baterías.

Naturalmente, las aplicaciones de las nuevas tecnologías, a las que nos hemos referido en cuatro ejemplos, continuarán aumentando con ritmo acelerado. Y nuestra sociedad, para ser más equilibrada y más solidaria, necesitará un rearme en sus valores morales, hoy retrasados respecto de los avances técnicos.