

Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería de Organización Industrial

El Automóvil 4.0

Autor: Teresa Pinilla Alonso

Tutor: Juan Manuel González Ramírez

Dpto. Organización Industrial y Gestión de Empresas II
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2019



Trabajo Fin de Grado
Grado Ingeniería de Organización Industrial

El Automóvil 4.0

Autor:

Teresa Pinilla Alonso

Tutor:

Juan Manuel González Ramírez

Profesor asociado

Dpto. Organización Industrial y Gestión de Empresas II

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2019

Trabajo Fin de Grado: El Automóvil 4.0

Autor: Teresa Pinilla Alonso

Tutor: Juan Manuel González Ramírez

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2019

El Secretario del Tribunal

Agradecimientos

A mi familia, apoyo fundamental durante estos años, sin vosotros no podría haber completado esta etapa con éxito. A mis abuelos, nunca os olvidaré.

A mis amigos y compañeros, por tantas horas de estudio que han dado su fruto, gracias a vosotros el esfuerzo ha sido más llevadero.

A mi tutor, por su enseñanza de calidad y por darme la oportunidad de realizar este trabajo.

Teresa Pinilla Alonso

Sevilla, 2019

Resumen

En el presente trabajo, se estudia el automóvil 4.0, desde sus orígenes, hasta la actualidad, analizando el estado del arte de esta nueva invención, las tecnologías que lo abarcan y lo que supondrá.

En el primer capítulo se analiza cómo ha evolucionado la industria con cada nueva invención. Se detallan gran parte de las tecnologías que abordan el concepto 4.0 para entender en qué consiste la transformación digital de la Cuarta Revolución Industrial y los nuevos riesgos que han aparecido, así como también los nuevos casos de uso.

En el segundo capítulo se estudia el desarrollo del automóvil desde sus comienzos hasta hoy en día, destacando los principales avances tecnológicos aplicados al automóvil. Se aborda el concepto del coche 4.0 y se estudian los distintos tipos de automatización.

El tercer capítulo se centra en la tecnología que rodea al vehículo conectado, tanto en software como hardware y las empresas fabricantes y desarrolladoras de dichas tecnologías.

El cuarto capítulo es un análisis de la actualidad del coche conectado, explicando las ventajas e inconvenientes de su implantación y sus impactos futuros.

Por último, se destacan las conclusiones tanto positivas como negativas, así como los retos a afrontar, y las líneas futuras de investigación.

Objetivos

La movilidad es una necesidad del ser humano para su supervivencia, antiguamente la organización social era nómada, con el desarrollo de la agricultura y ganadería, cambió el modelo y con el surgimiento de la rueda y su posterior uso para el transporte se crearon los primeros asentamientos.

Hemos avanzado en muchos aspectos de la vida, tales como la conservación de alimentos, telefonía, desde palomas mensajeras hasta recibir mensajes instantáneos, medicina mejorando la calidad de vida. En términos de movilidad también hemos avanzado, es posible viajar al otro extremo del mundo en tal solo un día, sin embargo, el transporte público actual, metro, autobús son sistemas de otro siglo y que todavía funcionan muy bien. Aplicando la tecnología del siglo XXI, se están mejorando dichos sistemas, pero podemos aspirar a invenciones propias de nuestro siglo.

Tras realizar unas prácticas extracurriculares en una empresa de componentes para automoción, me di cuenta de todo lo que engloba el sector de la automoción, la gran cantidad de empleos que genera y los avances tecnológicos que investigan. Con los problemas medioambientales actuales, a priori parece un sector complicado en el que aumentar las ventas, sin embargo, el sector de la automoción unido a la transformación tecnológica y a la era de la información, se está reinventando y adaptándose a los nuevos requisitos medioambientales y de la sociedad, ya no se trata de vender solo automóviles.

El nuevo concepto de movilidad 4.0 junto con los nuevos modos de conducción, ya sean asistidos o autónomos, van a transformar la manera de desplazarnos, las formas de comunicarnos con el entorno y el modo en que se disponen los vehículos.

En este trabajo se pretende analizar en qué nivel de desarrollo estamos y hasta dónde podemos llegar, estudiando las ventajas y posibles inconvenientes tanto sociales, económicos y medioambientales.

Es una necesidad dar a conocer El Automóvil 4.0, una realidad mucho más cercana de lo que percibimos y replantearnos las nuevas formas de movilidad disponibles.

¿Necesitamos realmente coches conectados? ¿Es posible su implantación? ¿Es solo una estrategia de marketing de los fabricantes?

El coche conectado no es algo de otro continente, Europa apuesta fuerte y ciudades de España ya han sido escenarios para pruebas piloto, por tanto me motiva dar a conocer el estado del arte del coche conectado para dar a conocer la realidad de esta nueva invención.

Agradecimientos	vii
Resumen	ix
Objetivos	xi
Índice	xiii
Índice de Tablas	xiv
Índice de Figuras	xv
Notación	xvii
1 Evolución de la Industria	1
1.1 <i>Introducción Histórica</i>	1
1.2 <i>Término 4.0</i>	3
1.2.1 Internet of Things	3
1.2.2 Datos Masivos	5
1.2.3 Machine Learning	6
1.2.4 Edge Computing	7
1.2.5 Ciberseguridad	7
2 Evolución del Automóvil	11
2.1 <i>Introducción histórica</i>	11
2.2 <i>Automóvil en el Siglo XXI</i>	13
2.3 <i>Término Automóvil 4.0</i>	15
2.3.1 <i>Conduccion asistida VS Autónoma</i>	15
2.4 <i>Vehículo Conectado y/o Autónomo</i>	18
3 Tecnología Automóvil 4.0	21
3.1 <i>Conectividad 5G</i>	21
3.1.1 <i>Tipos de Comunicación</i>	24
3.1.2 <i>Towards 5G – Hacia el 5G</i>	25
3.1.3 <i>5G en España</i>	25
3.1.4 <i>Polémicas relativas al 5G</i>	27
3.2 <i>Sensórica y Componentes</i>	31
3.3 <i>Empresas Tecnológicas de Automoción</i>	36
4 Presente Del Coche Conectado	41
4.1 <i>Prototipos y Vehículos Existentes</i>	41
4.2 <i>Movilidad Sostenible e Inteligente</i>	44
4.3 <i>Beneficios</i>	45
4.4 <i>Retos a afrontar</i>	50
4.5 <i>Modelos de Negocio</i>	56
4.6 <i>Otras Apliaciones</i>	58
5 Conclusiones y Trabajos Futuros	61
Bibliografía	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Gasto en Ciberseguridad *en millones de dólares americanos	8
Tabla 2 - Ventajas y Desventajas	35
Tabla 3 – Fallos por fabricante de sus vehículos	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. – Desarrollo de la industria	2
Figura 1-2. Dimensiones de la Comunicación en las TICS	3
Figura 1-3 Convergencia de tecnologías RFID y WSN	4
Figura 1-4 El mercado Big data en el mundo	5
Figura 1-5 Bicleta en soporte	6
Figura 1-6 – Incidencia de la criminalidad en comparación con delitos habituales	8
Figura 2-1 Benz Patent - Motorwagen	11
Figura 2-2 Ford Model T	12
Figura 2-3 Dispositivos Obligatorios a partir del 2022	14
Figura 2-4 Niveles SAE	18
Figura 3-1 Hoja de Ruta Plan Nacional 5G	25
Figura 3-2 Coche Conectado 5G SEAT	27
Figura 3-3 Bandas de frecuencia identificadas para 5G en Europa	29
Figura 3-4 Small Cell	30
Figura 3-5 Sensórica	31
Figura 3-6 Parabrisas con LiDAR	32
Figura 3-7 Vehículo con LiDAR	33
Figura 3-8 Distintos Modelos LiDAR	33
Figura 3-9 Comparativa LiDAR y RADAR	35
Figura 3-10 Datos Sector Automoción en España	39
Figura 4-1 Firefly de Google	42
Figura 4-2 Cruise AV	42
Figura 4-3 Captura Conducción en Tesla	43
Figura 4-4 Encuesta ESRA	46
Figura 4-5 Estudio de Bosch	47
Figura 4-6 Encuesta MIT	47
Figura 4-7 Captura Simulación	49
Figura 4-8 Opinión sobre el coche autónomo por países	52
Figura 4-9 Razones en contra del coche autónomo	53
Figura 4-10 Logo Data4Drivers	55
Figura 4-11 Prototipo Lanzadera Bosch	57
Figura 4-12 Prototipo E-Palette	57
Figura 4-13 AGV de Amazon	58

Notación

H2H	Human to Human
IMC	Índice Mundial de Ciberseguridad
IoT	Internet of Things
ITU	Unión Internacional de Telecomunicaciones
M2M	Machine to Machine
RFID	Radio Frequency Identification
V2V	Vehicle to Vehicle
WSN	Wireless Sensor Network
CITA	Comité Internacional de Inspección Técnica de Vehículos
ETSC	Consejo de Seguridad del Transporte Europeo
EDR	Event Data Recorder
SAE	Society of Automotive Engineers
NTHSA	National Highway Traffic Administration
V2I	Vehicle to Infrastructure
V2D	Vehicle to Device
V2X	Vehicle to Everything
SIT	Sistema Inteligente de Transporte
ON5G	Observatorio Nacional 5G
CCARS	Comité Científico Asesor en Radiofrecuencias y Salud
ADC	Controlador de Conducción Autónoma
LiDAR	Light Detection and Ranging
RADAR	Radio Detection and Ranging
ADAS	Advance Driver Assistance
HMI	Human Machine Interface
AV	Automated Vehicle

1 EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA

“La revolución nunca va hacia atrás”

- William Henry Steward-

Para comprender mejor el entorno que rodea al automóvil 4.0, es necesario remontarnos a las diferentes revoluciones industriales que han tenido lugar, aprender de cada avance tecnológico y cómo ha repercutido en la sociedad. Para conocer cómo se ha llegado al término 4.0 y sobre qué tecnología se sustenta.

1.1 Introducción Histórica

Entendemos por el término revolución, según la RAE, como un cambio profundo, generalmente violento, en las estructuras políticas y socioeconómicas de una comunidad nacional. Aplicada a la organización, una revolución implica un cambio drástico en la organización de los medios de producción, es decir, dicha palabra indica cambios radicales y abruptos.

La sociedad ha estado en constante evolución desde sus orígenes. Antes de la conocida primera revolución industrial, ya se dio un caso de revolución, así lo justifica Klaus Schwab (Klaus Schwab, 2016) “El primer cambio ocurrió hace alrededor de diez mil años y fue posible gracias a la domesticación de animales. La revolución agrícola combinó los esfuerzos de los animales con los seres humanos con vistas a la producción, transporte y comunicación. Esto condujo a la urbanización y surgimiento de las ciudades”

Las revoluciones han dado lugar cuando nacen nuevas tecnologías que favorecen cambios en los sistemas económicos y en la sociedad en general, que pueden repercutir en diversos campos tales como ganadería, agricultura, industria finanzas y afectan también en la forma de vida de las personas. Hasta ahora conocemos cuatro revoluciones industriales.

La Primera Revolución Industrial tiene lugar en el período entre 1760 y 1840, nació en Inglaterra, y se pasó de un sistema de producción manual basado en la agricultura a un sistema de producción industrial. Hubo un éxodo del campo a las ciudades, las cuales desarrollaron mejores condiciones de vida, aumentó la esperanza de vida cuya consecuencia fue un aumento demográfico. El principal avance tecnológico fue la máquina de vapor por James Watt, que fue el golpe de éxito de esta revolución, supuso un aumento significativo de la capacidad de producción, se disminuyó el tiempo de fabricación, dando paso a la producción en serie y a la reducción de costes. Se desarrolló el transporte con la creación del ferrocarril y los barcos de vapor que posibilitaron el desarrollo del comercio, el volumen de los intercambios se duplicó. Otros inventos importantes fueron el alumbrado de gas y maquinaria textil. La principal fuente de energía fue el carbón.

La Segunda Revolución Industrial dada en el período que abarca entre 1850 – 1870. Surgieron nuevas fuentes de energía, a destacar la electricidad, que permitió crear una red de alumbrado y una mejora de las telecomunicaciones gracias a la invención del teléfono y la radio. El petróleo que, junto con la aparición de la gasolina y la creación del motor de explosión, proporcionaron la base de los nuevos medios de transporte, coche, avión y bicicleta.

Estos avances tecnológicos impulsaron el desarrollo de nuevos sectores industriales como la nueva industria siderúrgica, industria química, alimentaria, así como nuevos sistemas de producción, entre los que destaca el surgimiento del Taylorismo, consistente en la producción en serie y la especialización del trabajo obrero, y el Fordismo basado en la cadena de montaje, realizando una producción en masa permitiendo reducir costes y aumentar la producción.

La Tercera Revolución Industrial o también llamada revolución científico-tecnológica nace a raíz de las tecnologías de la información y comunicación y un mayor uso de energías renovables. Se da el fenómeno de globalización y se empiezan a automatizar muchos más procesos. Podemos ubicar esta revolución a partir de 1920 tras la Primera Guerra Mundial.

Esta última revolución nos da paso a la revolución que estamos viviendo hoy en día, la industria 4.0 o Cuarta Revolución Industrial, que se centra en la transformación digital de la industria, yo diría que es la revolución de las revoluciones ya que a partir de la industria 4.0 se van a desarrollar infinidad de aplicaciones al término 4.0. Este concepto surge por primera vez en Alemania y a diferencia de las demás es algo a lo que debemos aspirar y conseguir. Consiste principalmente en una industria conectada donde predomina la tecnología de la información, el Internet de las Cosas, manejo de datos masivos, robótica, todo ello para conseguir una industria inteligente, en el que el traspaso de información entre máquinas y/o personas sea rápido y eficaz y de esta manera ofrecer productos y servicios cada vez mejores.

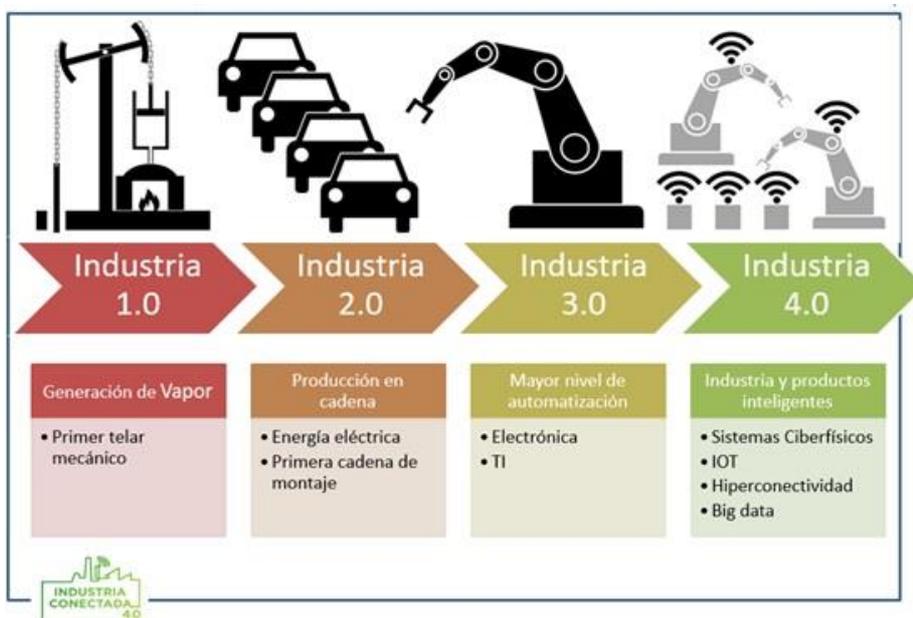


Figura 1-1. – Desarrollo de la industria

1.2 Término 4.0

La industria está destinada a una transformación digital que afectará a todas las empresas, quien esté fuera de este nuevo modelo, difícil lo tendrá para subsistir, por tanto, todas van a tener la necesidad de adaptarse hacia un modelo en el que los medios productivos, cadenas de suministro, canales de distribución y atención sean digitales. En definitiva, convertirse en industrias inteligentes y conectadas.

A partir de la cuarta revolución industrial, el término 4.0 se le añade a todo lo que está conectado, industria 4.0 o industria conectada, coche 4.0 o coche conectado, crimen 4.0 o cibercrimen, logística 4.0 o logística inteligente y así con los nuevos procesos o inventos que se van añadiendo a la lista 4.0.

Para esta transformación a lo conectado es indispensable unos habilitadores digitales para que el término 4.0 sea una realidad, estas tecnologías habilitadoras permiten poner en relación el mundo físico con el digital mediante sistemas de captación de información, tratamientos de datos y la aplicación de inteligencia a esos datos.

1.2.1 Internet of Things

El término Internet de las cosas fue usado por primera vez por Kevin Ashton en 1999 en el contexto de la gestión de la cadena de suministro. Internet ha evolucionado rápidamente y esto ha permitido que se desarrolle el Internet of Things o Internet de las Cosas (IoT).

Podríamos decir que la forma tradicional de comunicación es de humano a humano (Human to Human, H2H), IoT revoluciona la forma de interactuar y comunicarnos con nuestro entorno, pues permite la interconexión digital de objetos cotidianos con internet y permite el intercambio automático de información con otros dispositivos o centros de control sin intervención humana. Desarrolla la comunicación humano-humano, H2H, humano-máquina y máquina – máquina (Machine to Machine, M2M)

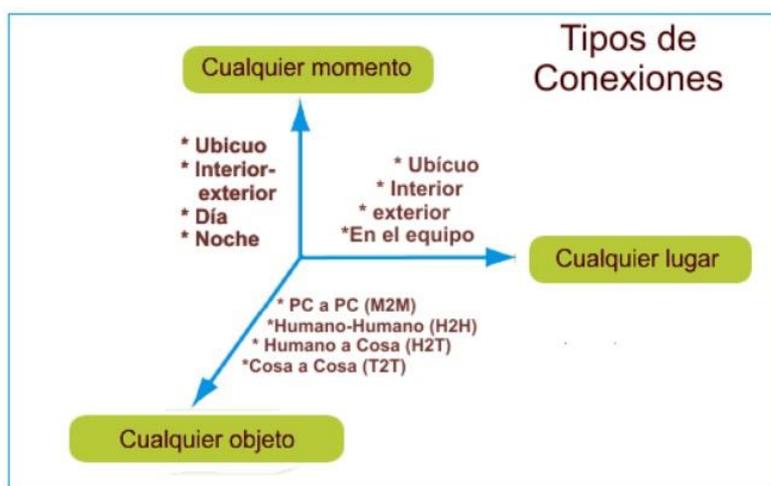


Figura 1-2. Dimensiones de la Comunicación en las TICs

De esta manera se adiciona una nueva dimensión al mundo de las comunicaciones en las TIC, donde al conocido modelo de Internet: ‘en cualquier lugar, en cualquier momento y entre todos’ se ha adicionado la conectividad ‘entre cualquier cosa’. Con ello las conexiones se multiplican exponencialmente y crean una red con una

dinámica completamente nueva. La idea es que virtualmente cada cosa existente en el mundo físico también puede convertirse en un elemento que está conectado a Internet. Es posible capturar gran cantidad de información facilitando la monitorización, creando experiencias únicas y oportunidades inéditas para personas, empresas y ciudades. Además, genera eficiencias operativas, gracias a la obtención de información en tiempo real sobre el estado de productos o servicios. Se consigue optimizar procesos asociados y mejorar la productividad. Permite la disrupción en los modelos de negocio, creando nuevas líneas de ingreso y fórmulas de consumo diferentes para los clientes.

Se espera que se alcancen los 25.000 millones de dispositivos conectados en 2020. Un mercado con un impacto de grandes oportunidades de ingresos para los operadores de redes móviles que abarcan segmentos verticales como la salud, automoción, servicios públicos y electrónica de consumo.

Un elemento clave para conseguir que los objetos interactúen con su entorno son los sensores, de los que hablaremos más adelante, gracias a la tecnología RFID y WSN estos sensores consiguen que los objetos puedan interactuar con su entorno, por lo que podemos afirmar que el nacimiento del IoT está estrechamente ligado a la existencia de dichas tecnologías.

La tecnología RFID (Radio Frequency Identification), identificación por radiofrecuencia, es un gran avance en la comunicación inalámbrica de datos. La etiqueta RFID es un pequeño dispositivo compuesto por un microchip y una antena que contienen datos. Su uso hasta ahora es principalmente en cadenas de suministro.

La tecnología WSN (Wireless Sensor Network) se usa para monitorizar condiciones físicas o ambientales, como temperatura, presión etc, e intercambiar datos. Se aplica en campos industriales para monitorización y control de procesos.

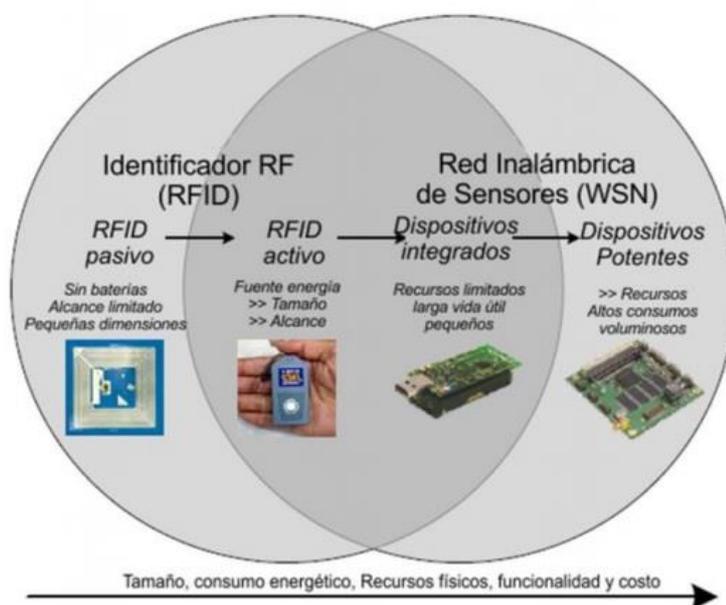


Figura 1-3 Convergencia de tecnologías RFID y WSN

Gracias a la unión de estas dos tecnologías, IoT es una potente aplicación factible y abordable hoy en día.

1.2.2 Datos Masivos

En los apartados anteriores, hemos visto dispositivos con los que se obtienen datos, el siguiente paso es cómo analizar esos datos.

En el año 2010 el término Big Data era prácticamente desconocido. A mediados de 2011 se convertía en una palabra que aparecía con frecuencia entre las últimas tendencias. Ahora se ha convertido en toda un área de interés enorme para las empresas, generando un mercado profesional emergente, que es el de los científicos de datos, un perfil con conocimientos matemáticos, estadísticos y de programación, que abre nuevas líneas de investigación.

Pero ¿tiene utilidad el procesamiento de datos masivos? La respuesta, es sí. Imaginemos cómo elegir el mejor lugar para abrir una nueva tienda, los intereses de los clientes, sus consultas diarias, optimizar un proceso, mejorar la producción, todo esto es posible hacerlo de manera efectiva gracias al Big Data.

En el mundo digital todo deja un rastro de datos, y ahora todos tenemos varios dispositivos conectados generando datos al momento tales como nuestra posición, uso de nuestra tarjeta, los establecimientos que más visitamos, por no hablar que cada minuto se producen 900.000 accesos a Facebook y se suben 46.200 posts a Instagram, cada 24 horas, los miles de millones de dispositivos y seres humanos conectados a Internet generan 2,5 millones de Terabytes de información, según IBM.

El análisis de esta gran cantidad de datos, el Big Data, es el poder del mundo conectado, la empresa que tenga acceso a estos datos le permitirá crear nuevas líneas de negocio, optimizar y ganar eficiencia.

El Big Data, se define por las conocidas cuatro V, volumen, cada hora se generan 2,5 millones de Terabytes (según IBM), velocidad, variedad, los datos proceden de fuentes muy diversas y desestructurados y veracidad, información en la que podemos confiar. Sin duda alguna la característica más relevante es la inteligencia, datos que realmente aporten valor y ayuden en la toma de decisiones, a esto se le llama Smart Data.

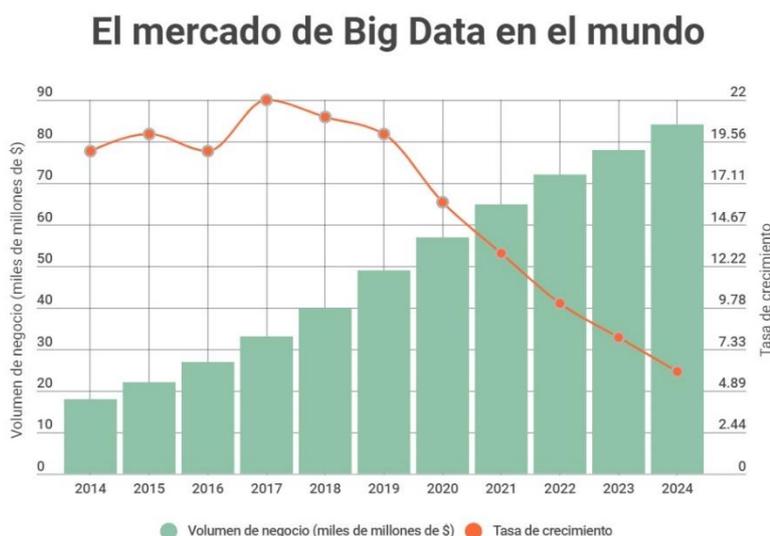


Figura 1-4 El mercado Big data en el mundo

En definitiva, un uso correcto de Big Data permite añadir valor a la empresa:

- **Mejorar la producción y la toma de decisiones.** Gracias a los datos reportados de cada máquina de una fábrica.
- **Mejorar la relación y el contacto con el cliente,** ya que se conocerán las preferencias de cada cliente.
- **Aumentar la competitividad de las industrias tradicionales,** Big data se puede aplicar a cualquier campo.

Y remarcamos ‘uso correcto’ porque al manejar gran cantidad de datos, los datos que interesan son los que aporten valor, en 2016 las compañías estadounidenses perdieron 3,1 billones de dólares debido al Bad Data, según IBM. Una parte de proyectos Big Data fracasan en España al iniciarse sin un objetivo claro, dice Raúl Galán CTO de Hocolot.

Como conclusión el Big Data está en auge, pero se necesita de personal cualificado para ello, pues los riesgos repercuten en la reputación de la empresa, pérdida de oportunidades de negocio y por consecuencia una reducción de los riesgos.

1.2.3 Machine Learning

Los humanos aprendemos de la experiencia y de los datos que nos han reportado esas experiencias, para que una máquina aprenda es necesario el Machine Learning, que es la rama del campo de la inteligencia artificial que busca como dotar a las máquinas de capacidad de aprendizaje, entendido este como la generalización del conocimiento a partir de un conjunto de experiencias.

Una cosa es programar una máquina para que pueda moverse y otra muy diferente es programarla para que aprenda a moverse, al igual que no es lo mismo programar qué elementos forman una cara que automáticamente aprender qué es una cara.

El machine learning aprende de diferentes técnicas como los árboles de decisión, modelos de regresión, modelos de clasificación, técnicas de clusterización entre otras, sin embargo, la que más fama tiene son las redes neuronales ya que son capaces de aprender de forma jerarquizada, la información se aprende por niveles.



Figura 1-5 Bicleta en soporte

No existe un límite para dichos niveles por lo que el algoritmo va incorporando más y más capas convirtiéndose en un algoritmo cada vez más complejo, esto es lo que se conoce como algoritmos de Deep Learning (Aprendizaje Profundo). Por ejemplo, los coches autónomos reconocerán bicicletas y serán cuidadosos con los ciclistas, si un coche autónomo circula y se encuentra con el coche de la figura 1-5, hay que decirle que esa bicicleta no hay que tratarla como las demás, y una vez que aprenda esto lo volverá a aplicar en situaciones semejantes.

Todas estas tecnologías tienen gran relevancia en el desarrollo de nuestro tema principal pues son tecnologías aplicadas al automóvil 4.0. Con el IoT, los datos estarán en una nube, con Big Data se procesarán dichos datos y con machine learning el coche podrá aprender de cada situación que se pueda dar en la conducción.

1.2.4 Edge Computing

El Edge Computing, traducido al español, computación en el borde o en el extremo, es otro de los términos tecnológicos de moda. El Edge Computing permite que el procesamiento de los datos recogidos por sensores o dispositivos inteligentes se lleven a cabo cerca del origen donde han sido creado estos datos, en lugar del pensamiento tradicional de enviar los datos a centros de procesamiento de datos, algo que hasta ahora funcionaba pero dado el crecimiento masivo de dispositivos conectados, es necesario un procesamiento eficiente con la menor latencia posible entre la captación de los datos y su procesamiento final en la nube, es decir, favorecer la descentralización de los datos.

De esta manera, se ahorra el tiempo que supone el viaje de ida y vuelta de los datos, esto no significa que la nube vaya a desaparecer, simplemente se transformará. Aparte de esta ventaja, los expertos apuntan a una reducción del tráfico y de los costes de transmisión, mejora en la seguridad y privacidad y menor tasa de problemas por falta de cobertura.

Este tipo de computación permite analizar la información en tiempo real, una necesidad básica en muchos sectores, como industria, telecomunicaciones, salud, gestión del tráfico y en lo que a este trabajo respecta la conducción autónoma y coches conectados, por la gran cantidad de información que el vehículo recogerá de si mismo y del entorno, según Intel, 4 TB por día de conducción, por este motivo se argumenta que no es seguro enviarlos a la nube.

Edge Computing está en pleno crecimiento y las previsiones apuntan a que crecerá más de un 30 por ciento entre 2018 y 2022 según TrendForce.

1.2.5 Ciberseguridad

La seguridad es una necesidad básica, aparece en la famosa pirámide de necesidades del psicólogo Maslow, aparece justo después de necesidades vitales como beber, comer y calentarse. El modelo de Maslow tiene más de 70 años, pero la necesidad de seguridad sigue siendo un aspecto central que cobra cada vez mayor importancia, especialmente en un mundo globalizado, caracterizado por la digitalización y cambios abruptos.

Los beneficios de la transformación digital son obvios, sin embargo, la cara B de esta nueva era, ha creado nuevos riesgos ligados a las nuevas tecnologías, principalmente en materia de seguridad.

La ciberdelincuencia ha experimentado un crecimiento durante los últimos años, como consecuencia de un mayor uso por parte de la sociedad de todas las nuevas formas de conectividad tecnológica. El crecimiento de ciberataques tiene tres principales razones que lo distinguen de la delincuencia habitual:

- Bajo coste
- Ubicuidad y fácil ejecución
- Efectividad e impacto
- Riesgo reducido para el atacante

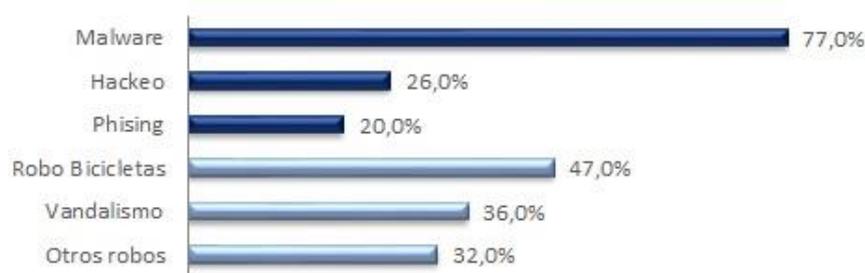


Figura 1-6 – Incidencia de la criminalidad en comparación con delitos habituales

La innovación en tecnologías de ciberseguridad es un elemento fundamental que debe jugar un papel habilitador en la digitalización de la sociedad y de la economía. El mercado de los productos de ciberseguridad está dominado principalmente por empresas estadounidenses.

Tabla 1 - Gasto en Ciberseguridad
*en millones de dólares americanos

GASTO EN CIBERSEGURIDAD A NIVEL MUNDIAL POR SEGMENTO 2017-2019			
SEGMENTO DE MERCADO	2017	2018	2019
Seguridad de Aplicaciones	2434	2742	3003
Seguridad en la Nube	185	304	459
Seguridad de Datos	2563	3063	3524
Gestion de Identidades y Accesos	8823	9768	10578
Protección de Infraestructuras	12583	14106	15337
Gestión Integral del Riesgo	3949	4347	4712
Equipos de Seguridad de Red	10911	12427	13321
Otros Software de Seguridad de la Información	1832	2079	2285
Servicios de Seguridad	52315	58920	64237
Software de Seguridad de Consumo	5948	6395	6661
Total	101543	114151	124117

La creciente conexión de dispositivos gracias a las nuevas tecnologías, ponen de manifiesto un aspecto importante, la protección de datos. Es importante conseguir que tanto la conexión como la protección de datos, que pueden parecer temas opuestos, se unan y se complementen. Encontrar el equilibrio es otro de los desafíos de la Cuarta Revolución Industrial.

La ciberdelincuencia o también llamado crimen 4.0, el negocio ilegal de los datos crece rápidamente en todo el mundo. Con métodos cada vez más deshonestos, los hackers profesionales se introducen en las redes de las empresas, se apropian de datos e incluso pueden llegar a paralizar líneas de producción.

8,4 millones de programas malintencionados nuevos se han descubierto en 2017 en todo el mundo, un 23 por ciento más que el año anterior. Según John Chambers CEO de Cisco “las empresas se dividen en dos categorías, las que han sido hackeadas y las que no lo saben”.

Para afrontar este problema, las empresas tienen que invertir en ciberseguridad, pues de nada sirve que estar a la última si luego son vulnerables, el cliente pierde la confianza. Aparte de tener un equipo especializado es muy importante concienciar a la población sobre dicho problema, con pequeños gestos de cada uno, se puede evitar grandes problemas, un solo empleado por ejemplo que baje la guardia constituye un riesgo para su empresa. Concienciar es el primer paso, pues es muy probable que se nos presente una situación sospechosa y no sepamos detectarla.

Por esta razón, esta es una de las principales críticas a la cuarta revolución, ser vulnerables y estar expuestos al mundo.

Los hackers existen desde el comienzo de desarrollo de la tecnología, y alguno de los casos más sonados:

- **Uno de los primeros hackers:** En 1903, Nevil Maskelyne, interceptó al inventor italiano de la radio Marconi, mientras la sociedad londinense esperaba una transmisión inalámbrica de Marconi desde Inglaterra, el aparato de morse comenzó a tintinear antes de lo previsto. Maskelyne desde un edificio cercano envió una serie de mensajes para molestar a su competidor que había presentado su tecnología como segura.
- **Huéspedes indeseados en el Marriott:** En noviembre de 2018, el grupo Marriott perdió unos 500 millones de registros de datos. Nombres, fechas de nacimientos, tarjetas de crédito de más de 500 millones de usuarios.
- **Trayecto caro para Uber:** En 2016 los hackers se hacen con nombres, direcciones de correo electrónico y números de teléfono de 50 millones de usuarios de Uber. La empresa paga a los atacantes 100.000 dólares para que destruyan los datos. Esto no se hace público hasta un año después.
- **Ataque masivo a cuentas de clientes:** En 2013 y 2014 Yahoo fue atacada y hackearon 3.000 millones de cuentas de usuario. La empresa tuvo que pagar 50 millones de dólares en indemnizaciones.

Fruto de un proyecto en conjunto por ABI Research y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), surge el IMC, (Índice Mundial de Ciberseguridad) con el fin de impulsar la ciberseguridad. Se considera el nivel de compromiso en cinco indicadores: medidas jurídicas, medidas técnicas, medidas organizativas, creación de capacidades y cooperación internacional.

España saca buena nota en el último informe de 2017. En la encuesta participaron 193 estados y España obtuvo el puesto 19 empatada con Nueva Zelanda.

2 EVOLUCIÓN DEL AUTOMÓVIL

*“Si hubiera preguntado a la gente que querían,
habrían dicho caballos más rápidos”.*

-Henry Ford-

La tecnología es parte integrante de la actividad humana (Van Eijck y Claxton, 2009). Por eso a lo largo de la historia, el desarrollo tecnológico ha sido uno de los principales motores del cambio en cualquier dimensión de la vida. El sector de la automoción no iba a ser menos. El automóvil es una de las invenciones tecnológicas con mayor impacto, trascendencia y repercusión en la sociedad. El desarrollo del automóvil está marcado por el uso de las diferentes fuentes de energía de cada época, vapor, electricidad y gasolina. Repasemos brevemente su evolución con ejemplos de algunos coches que fueron pioneros por incorporar algún avance de la época.

2.1 Introducción histórica

La historia del automóvil comienza en el siglo XVIII con el primer vehículo a vapor llamado Fardier creado por Cugnot en 1771, no tuvo éxito ya que fue un fracaso chocándose a los diez minutos de emprender la marcha. En esta época de la invención fueron muchos los intentos por crear coches a vapor decentes, el principal problema era el mantenimiento de la temperatura en la caldera, no fue hasta la aparición del motor de combustión interna cuando se crearon los primeros automóviles con éxito.

Aunque hubo intentos anteriores, como el nombrado anteriormente, se considera el año 1886 como el año del nacimiento del vehículo, su inventor fue Karl Benz, creador del Benz Patent-Motorwagen (coche a motor patentado Benz, en alemán) era un vehículo de tres ruedas con un motor de tracción trasera una especie de timonel que hacía las veces de volante y un sofá para dos personas. El coste inicial rondaba los mil dólares americanos. Se fabricaron en total veinticinco.



Figura 2-1 Benz Patent - Motorwagen

Poco antes de esta invención, en la década de 1820 las investigaciones sobre el electromagnetismo dieron su fruto y la primera aplicación fue en la automoción. Entre 1832 y 1839, se desarrollaron los primeros vehículos eléctricos. Los más destacados fueron el creado por Robert Anderson con celdas eléctricas no recargables y el coche llamado ‘La Jamais Contente’ que logró un récord en velocidad al llegar a los 100 km/h, fabricado por Camille Jenatton en Francia, con una carrocería con forma de torpedo, su mayor desventaja la aerodinámica.

En 1900, en la época veterana, surgen las primeras marcas de automóviles, Peugeot, Panhard et Levassor, con origen francés y Ford de Estados Unidos.



Figura 2-2 Ford Model T

Entre 1908 y 1918 surge la etapa del latón, pues las carrocerías estaban fabricadas con dicho material. Un coche destacado de este período fue el Ford Model T en 1908, el primer coche construido en serie, gracias al Fordismo, el precio y el tiempo de fabricación se redujo lo que permitió a la clase media adquirirlo. Otro a destacar fue el Cadillac Touring Edition en 1912, fue el primer coche con arranque eléctrico, fue un gran avance en la industria y fue el primer modelo con los pedales colocados como los conocemos hoy en día.

Al principio los vehículos no tenían techo, todos eran abiertos, esto estaba justificado por el peso y la escasa potencia que tenían los coches. Las primeras capotas plegables solo cubrían a los pasajeros, el conductor y el acompañante no estaban protegidos. En 1918 se fabricó el Essex, el primero en ser un habitáculo cerrado.

En 1914 con el inicio de la Primera Guerra Mundial, los avances en el sector de la automoción fueron determinantes para desplazar a los heridos en ambulancias.

De La Jamais Contente, se aprendió que la aerodinámica en los coches juega un papel determinante, en 1934 se fabricó el Chrysler Airflow, el primer coche diseñado para obtener la mínima resistencia al aire, se cambió la posición de los asientos entre los ejes y se intentó equilibrar el peso de la estructura. A pesar de sus avances fue un fracaso, su aspecto no gustó al público.

En 1934 el Citroën Traction Avant fue el primero en tener carrocería en una pieza única, y tracción delantera, colocó el motor en la parte delantera unido al eje anterior. La mayoría de los coches actualmente tienen esta estructura motriz.

En la Segunda Guerra Mundial, al igual que en la primera, hubo desarrollos en la automoción, en este caso, Estados Unidos buscaba un vehículo militar y fue creado el primer todoterreno Jeep con tracción a las cuatro ruedas en 1940.

Ya en la época de posguerra se diseñó el primer coche con frenos de disco, el Citroën DS Tiburón en 1955, se presentó en el salón de París y fue todo un éxito, ya no solo por su apariencia sino por las innumerables innovaciones técnicas.

Los avances también se notaron en materias de seguridad, el primer coche con cinturón de seguridad de tres puntos fue el Volvo pv544 EN 1958, anteriormente los coches disponían solo de un doble anclaje a la altura del vientre, este Volvo fue el primero en incluir una cinta para retener el torso.

Y el primero en disponer de airbag fue el Mercedes-Benz Clase S en 1981.

Concebido el automóvil como un elemento cotidiano en la sociedad, se crearon vehículos con mayor capacidad, pensados para familias, surge el Renault Espace en 1984 y el Chrysler Voyager.

Aparte de la seguridad, otro punto a tener en cuenta como innovación en automoción es la contaminación, aunque el éxito por excelencia lo tiene Toyota con el Prius por ser el primer coche híbrido, gran éxito de ventas, el primero fue realmente un Lohner-Porsche en 1900.

Por último, nombrar al primer micro coche para ciudad, para paliar los problemas de aparcamiento que se han generado desde la masificación de los coches, el Smart en 1998, tan pequeño que se podía aparcar en batería, aunque el aparcamiento fuese en cordón.

2.2 Automóvil en el Siglo XXI

En solo 20 años los avances tecnológicos han permitido equipar a los vehículos de sistemas cada vez más complejos para dotar al conductor de nuevas experiencias de conducción, aumentar su seguridad, la de los demás conductores y ser menos contaminantes.

Podríamos hablar de algún modelo de coche en concreto, pero lo más destacable son los sistemas que se le pueden implantar a los automóviles, también es cierto que se han mejorado en cuanto a diseño, rendimiento y consumo.

Entre el equipamiento a destacar:

- Conectividad Bluetooth
- Conectividad GPS
- Apertura y arranque sin llave
- Aparcamiento asistido
- Control de crucero adaptativo
- Asistencia en el mantenimiento de carril
- Frenada de emergencia autónoma

Actualmente muchos de estos sistemas son extras que el consumidor puede elegir a la hora de adquirir su bien, sin embargo, el Parlamento Europeo ha puesto en marcha un plan para que este tipo de sistemas sean obligatorios en los coches y no un accesorio más. En mayo de este año en Bruselas en una reunión entre el Comité Internacional de Inspección Técnica de Vehículos (CITA) y la presidencia de la Unión Europea, el director ejecutivo del Consejo de Seguridad del Transporte Europeo (ETSC), Antonio Avenoso, mostró la necesidad de implementar estos sistemas de seguridad como clara acción de reducción de la siniestralidad hasta en 25.000 muertes en 15 años, así como la necesidad de crear un nuevo marco legal para poder verificar su buen estado.

Este programa llamado Visión Cero en la Unión Europea, culminaría en 2050 con el objetivo cero víctimas y para ello, todas estas medidas serán obligatorias a partir de 2022 mediante una implantación en tres fases, durante un período de 6 años.

PRIMERA FASE, MAYO 2022-MAYO 2024

- **Limitador inteligente de velocidad:** Avisa al conductor cuando esté superando la velocidad permitida, se estudia incluso reducir la potencia del motor para no superar el límite.
- **Alcoholímetro inmovilizador:** Polémica medida, evitaría que el conductor arranque el vehículo si supera la tasa permitida.
- **Aviso de atención y sueño:** Gran parte de los accidentes son por esta causa.
- **Sistema de mantenimiento de carril:** Evita que el coche se desvíe de su carril.
- **Detección trasera:** Dotar al vehículo de una cámara de visión trasera con advertencia de tráfico cruzado.
- **Protección trasera y lateral:** Nuevos requisitos técnicos que se exigirán a los coches en lo relativo a sus zonas de impacto y absorción en caso de colisión.

SEGUNDA FASE: MAYO 2014 – MAYO 2026

- **AEBS con VRU detection:** Dispositivo de frenada de emergencia autónoma para proteger a los peatones y ciclistas.
- **Zona de impacto frontal ampliada:** Mejorar la zona delantera para casos de colisión.

TERCERA FASE: NOVIEMBRE 2015 – NOVIEMBRE 2028

- **Visión directa:** Con el objetivo de eliminar los ángulos muertos.
- **EDR (Event Data Recorder):** Una de las medidas estrella, pero su vez con más polémica, consiste en la implantación registradores de datos, como si fuera una caja negra para aclarar accidentes y otro tipo de siniestros.

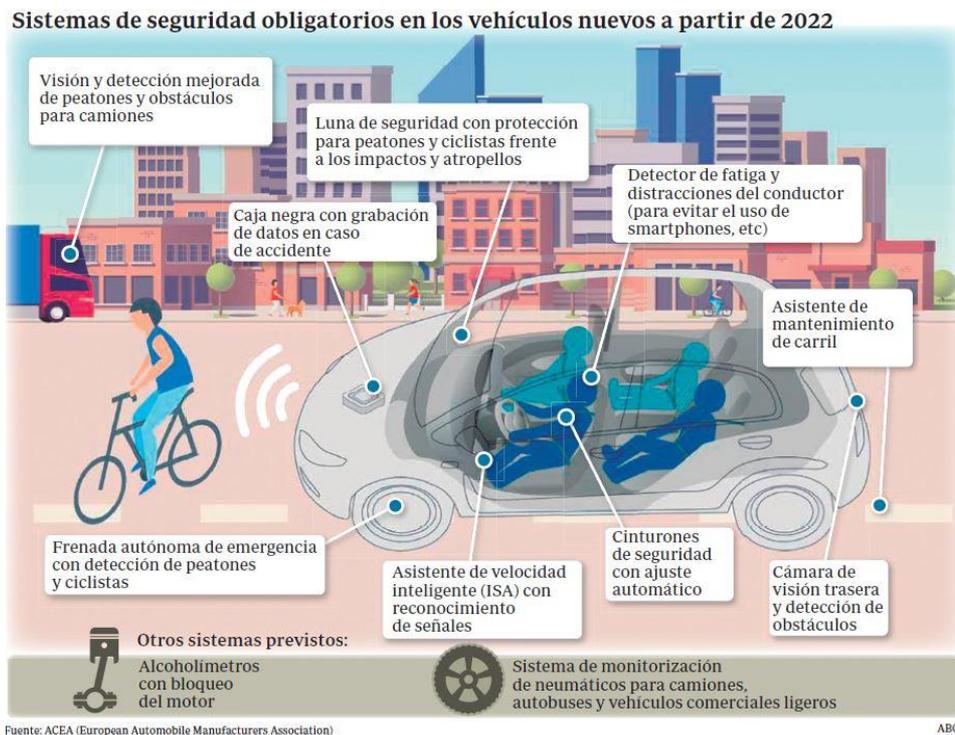


Figura 2-3 Dispositivos Obligatorios a partir del 2022

Todos estos avances nos acercan a nuestro tema principal, el vehículo 4.0.

2.3 Término Automóvil 4.0

Llegados a este punto tenemos una idea general del concepto 4.0 y de lo que es un automóvil, pues bien, si juntamos los dos términos, llegamos a la definición del automóvil 4.0, que no es más que el coche conectado, que gracias a las nuevas tecnologías permitirá intercambiar información con otros vehículos (M2M) y con las personas (M2P) gracias a la conectividad.

¿Es el automóvil 4.0 un coche automatizado o autónomo? ¿A qué nos referimos cuando hablamos del coche del futuro? ¿qué elementos dispone un coche conectado? Introduzcamos estos conceptos similares pero distintos, para intentar llegar a una conclusión.

2.3.1 Conduccion asistida VS Autónoma

La conducción asistida no es lo mismo que la conducción autónoma, la conducción autónoma se nutre de toda la tecnología aplicada a la asistencia del conductor, es importante recalcar hoy en día que son conceptos diferentes, aunque relacionados.

Aunque el término coche autónomo nos pueda resultar relativamente nuevo, lo cierto es que este concepto se usó por primera vez en 1939 en la Exposición Universal de Nueva York. En los años 80 se desarrolló la idea por Ernst Dickmanns controlando el vehículo por una cámara que procesaba las imágenes, al mismo tiempo, la agencia DARPA, del Departamento de Defensa de Estados Unidos, creó el primer vehículo que funcionaba con radar laser y visión computarizada.

El término, asistente al conductor sí que es nuevo.

La conducción asistida engloba a todos los sistemas de ayuda al conductor, es decir, avisan al conductor de lo que ocurre en el entorno para que éste tome una decisión, o en su defecto intentan mitigar acciones erróneas. Existen sistemas más complejos que otros, por ejemplo, el control de crucero ayuda al conductor a mantener una velocidad constante, los asistentes de aparcamiento emiten pitidos si hay objetos alrededor, o la frenada de emergencia si se cruza algún peatón o animal y el vehículo circula a menos de 50 km/h.

Si intentamos juntar toda la información que puede llegar a recibir un asistente de conducción ¿tendría suficiente información el vehículo como para obtener sus propias decisiones? Pues bien, en esto consiste la conducción autónoma, un vehículo circulando sin necesidad de la acción humana, tomando sus propias decisiones.

Tal es la confusión hoy en día con estos términos que ha sido necesario que un organismo estadounidense llamado SAE (Society of Automotive Engineers) ha establecido unos niveles de conducción estandarizados.

2.3.1.1 Estándar SAEJ3016 – Niveles de Conducción

En el pasado los niveles de conducción estaban establecidos por la NHTSA, (Administración Nacional de Seguridad del Tráfico en las Carreteras, en EEUU) su clasificación se basaba en cuantas cosas era capaz de realizar el coche, por el contrario la SAE en lugar de atender a la capacidad del coche en sí mismo, atiende qué tipo de intervención tiene que tener el conductor en el coche.

Esto se recoge en un documento llamado estándar SAEJ3016, su última actualización data de septiembre de 2016. Dicho documento es solo una guía de buenas prácticas para aclarar conceptos relativos a la conducción asistida y autónoma.

Explica que hay tres actores primarios en la conducción:

- El humano, conductor
- El sistema de conducción autónoma
- Otros sistemas y componentes

Los niveles están diferenciados por el papel que juegan dichos actores en los distintos aspectos de la conducción. Para clasificar cualquier vehículo, por un lado, se tienen en cuenta cuatro aspectos clave para decidir si se encarga la máquina o el humano.

- 1) Quién se encarga del movimiento: El movimiento puede ser longitudinal o lateral, en el primer caso consiste en frenar o acelerar, es decir, la capacidad para adaptar la velocidad, por ejemplo, la velocidad de cruce adaptativa. En el segundo caso trata de la dirección del vehículo, en detectar su posición respecto al carril en el que se encuentre.
- 2) Quién se encarga de la detección y respuesta ante objetos y eventualidades. Mediante sistemas que monitoricen el entorno.
- 3) Quién se encarga de actuar en caso de fallo.
- 4) Tener en cuenta las condiciones del funcionamiento del sistema de conducción automatizada. Por una parte, tenemos las condiciones de visibilidad ¿los sensores funcionan bajo cualquier circunstancia? Niebla, deterioro de la pintura de la carretera etc., y por otro lado tenemos las condiciones geográficas, el posicionamiento depende de la precisión y detalle de los mapas GPS, y no todos los lugares están de igual manera documentados.

Se excluyen para la clasificación de un vehículo, porque se consideran seguridad activa:

- Sistema frenado autónomo de emergencia
- Asistente mantenimiento en el carril

Por otro lado, también se tiene en cuenta los tipos de usuarios:

- Conductor
- Pasajero
- Usuario de Respaldo: Es el conductor que a veces no es conductor, cuando está funcionando el sistema de control autónomo, pero tiene que estar preparado para reaccionar y tomar el mando en caso de fallo del sistema.
- Dispatcher (en inglés según el estándar): Novedad del estándar por tener en cuenta este tipo de usuario que es como un gestor, es un usuario pensado para flotas de taxis autónomos, donde el trabajador verifica en el aparcamiento de este tipo de vehículos que el taxi y el sistema funcionan correctamente y programa la ruta para recoger al cliente.

Uniando los tipos de usuario con los cuatro aspectos claves de la conducción, mencionados anteriormente, llegamos a los seis niveles de la conducción autónoma de la SAE. Se pretende clasificar cualquier vehículo por eso empieza desde cero.

NIVELES DE CONDUCCIÓN

- **Nivel 0:** No hay automatización de la conducción.
El conductor hace todas las funciones de conducción, puede tener sistemas de alerta. Ejemplos: dentro de este nivel son los coches convencionales.
- **Nivel 1:** Asistencia al conductor.
El vehículo posee algún sistema de automatización de la conducción, o bien para el control longitudinal o el lateral, pero no ambos a la vez. El conductor sigue siendo conductor, tiene que estar atento ante un fallo del sistema o alguna eventualidad que el sistema no sea capaz de reconocer.
Los vehículos con velocidad de cruce adaptativa entran en este nivel y los que cuentan con aparcamiento asistido que solo actúen en la dirección.
- **Nivel 2:** Automatización parcial de la conducción.
Ambos sistemas de control del movimiento, longitudinal y lateral están automatizados a la vez. Podríamos considerar este nivel como un piloto automático temporal para autopista, pero el conductor sigue siendo el conductor.
Un ejemplo de vehículo puede ser el Mercedes Benza clase E con DrivePilot.
- **Nivel 3:** Automatización condicionada.
En determinadas situaciones funciona de forma autónoma sin necesitar al conductor, aunque debe estar alerta. Parecido al nivel 2, pero el vehículo está capacitado de forma que pueda reconocer todo tipo de eventualidades. El conductor pasa a llamarse usuario de respaldo, y en caso de necesidad tendrá que intervenir, alertando el sistema con suficiente tiempo de reacción.
- **Nivel 4:** Automatización Alta
El sistema es capaz de controlar todo el movimiento, y posee una capacidad alta de respuesta ante eventualidades. Habría un segundo sistema de respaldo, en caso de fallo del primer sistema, que llevaría al coche a mitigar la situación. A partir de este nivel no sería necesario incluir volante o pedales en el interior del vehículo.
No llega a ser totalmente autónomo pues hay limitaciones respecto a las condiciones de conducción, pero sí se puede decir que el conductor es prescindible.
Hoy en día no hay ningún coche de este nivel, pero sí prototipos, como el famoso coche autónomo de Google y otros prototipos de diversas marcas.
- **Nivel 5:** Automatización completa
Es un coche autónomo al 100 por 100, capaz de conducir el solo en todo tipo de circunstancias y sin ningún tipo de limitación. Actualmente solo hay prototipos.

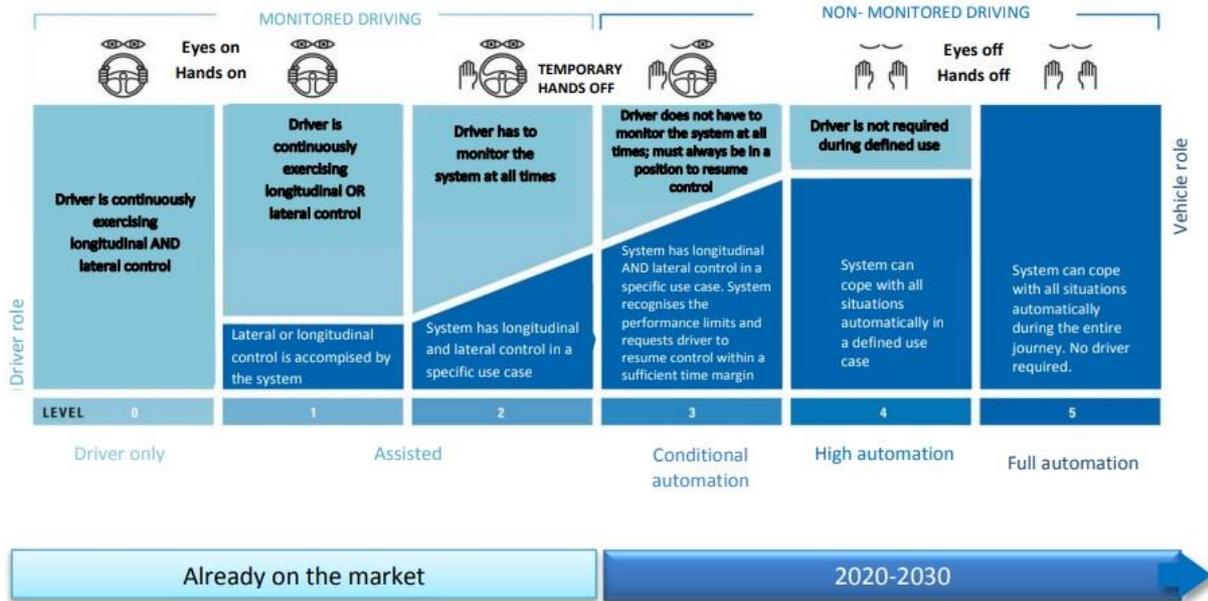


Figura 2-4 Niveles SAE

2.4 Vehículo Conectado y/o Autónomo

¿Es un vehículo autónomo, un vehículo conectado? Toda la terminología que rodea estos conceptos es confusa, porque se habla indistintamente con términos que realmente tienen diferencia entre sí y es importante entenderlos para evitar confusiones. Para esclarecer estos conceptos, podemos resumir tres principales términos:

- Vehículo con conducción asistida
- Vehículo conectado
- Vehículo autónomo

Ahora bien, estos términos no son aislados, cada término tiene otro con el que se puede combinar, es decir, un vehículo con conducción asistida puede estar conectado o no, al igual que uno autónomo no tiene por qué estar conectado, sin embargo es cierto, que cuando se habla de vehículos catalogados como nivel 5 se aspira a que además sean conectados. Un vehículo conectado se sobreentiende que es para asistir a la conducción a través de la conectividad.

3 TECNOLOGÍA AUTOMÓVIL 4.0

“Se ha vuelto terriblemente obvio que nuestra tecnología ha superado nuestra humanidad”.

- Albert Einstein-

La tecnología juega un papel fundamental en cualquier avance de la sociedad y en el coche 4.0 es un factor clave. Numerosos inventos hoy en día se nutren de los últimos avances, por ejemplo, el avión, aunque hoy en día se necesitan pilotos en cabina, el ordenador del avión controla a este la mayor parte del tiempo.

Si disponemos de tecnología para poner un avión en el aire con sistemas que ayudan al piloto ¿tenemos tecnología suficientemente desarrollada como para ver vehículos conectados o autónomos?

En este capítulo vamos a analizar la conectividad, entendida como la capacidad de un dispositivo para ser conectado e interactuar con otros. El hardware, entendido como dispositivos físicos, en nuestro caso, los distintos sensores y placas. Y por último y no menos importante el software, que son los diferentes códigos y algoritmos creados por la Inteligencia Artificial.

3.1 Conectividad 5G

El coche conectado como su propio nombre indica, necesita conectividad para interactuar con el entorno. Actualmente usamos el conocido 4G, sin embargo, la evolución de las redes de quinta generación conocida como 5G son las grandes impulsoras de un mundo conectado, por una sencilla razón la potencia y el alcance de esta tecnología.

Si cada vez va a haber más dispositivos conectados, es necesario establecer una comunicación de calidad entre ellos, pues de nada sirve que el coche me avise con retardo de que un peatón va a cruzar.

La primera generación de comunicaciones móviles surgió en 1970, su uso era exclusivo para voz y era analógica. El 2G en 1990 la telefonía pasó a ser digital y supuso una mejora sustancial en velocidad y transmisión de datos. Fue la llegada del 3G la que instauró internet en nuestros dispositivos móviles.

El avance de 3G a 4G, en 2008, fue recibido calurosamente por la sociedad, implicaba mayor velocidad de navegación, es cierto, pero no suponía un cambio en la sociedad ni en la manera de comunicarnos ni en nuevas grandes invenciones, más allá de añadir el término Smart a cualquier dispositivo capaz de conectarse a Internet, todo iba a ser prácticamente igual pero más rápido.

Sin embargo, la implantación de la red 5G, es mucho más que un avance tecnológico en las redes de telefonía, el 5G va a tener un efecto transversal sobre la economía y la sociedad. Las nuevas redes e infraestructuras proporcionarán una base para que el incremento de dispositivos conectados, los volúmenes de transferencia de datos y la capacidad de gestión de dichos datos sea posible en tiempo real. 5G es la base del desarrollo de la transformación digital que estamos viviendo ahora mismo, transformará los servicios e infraestructuras tecnológicas actuales, lo que generará nuevas oportunidades de negocio y mejorar los existentes.

El 5G representa una revolución tecnológica que aparte de afectar a la telefonía móvil, cambiará el uso,

desarrollo y la interacción con otras tecnologías como IoT, Big data o la robótica, a la vez que plantea nuevos casos de uso y soluciones.

En líneas generales 5G nos va a permitir:

- Transformación tecnológica de servicios e infraestructuras
- Generación de nuevas oportunidades económicas y sociales
- Mejora de la calidad de vida de las personas

La tecnología va a tener un impacto social, el 5G va a cambiar nuestra manera de relacionarnos con el entorno, en el futuro veremos una integración de las personas con la tecnología muy natural.

El tan ansiado 5G es una evolución del 4G con mejoras sustanciales:

- **Banda ancha móvil de muy alta velocidad y capacidad:** Supone velocidades en movilidad superiores a 100 Mbit/s con picos de 1 Gbit/s, (una capacidad de red del orden de 100 veces la que tenemos hoy) lo que permitirá por ejemplo ofrecer contenidos en ultra alta definición o experiencias de realidad virtual
- **Comunicaciones ultra fiables y de baja latencia:** En torno a 1 milisegundo (ms) frente a 20-30 ms propios de las redes 4G. Esta condición podría hacerlas apropiadas para aplicaciones que tienen requerimientos específicos en este ámbito, como el vehículo conectado o el vehículo autónomo, servicios de telemedicina, sistemas de seguridad y control en tiempo real y otros como la fabricación inteligente.
- **Comunicaciones masivas tipo máquina a máquina (M2M).** Se incrementará la capacidad para gestionar gran cantidad de conexiones simultáneas, lo que permitirá entre otras cosas, el despliegue masivo de sensores, el Internet de las cosas (Internet of Things, IoT) y el crecimiento de los servicios de big data.

La infraestructura resultante hará que el IoT sea escalable, con más de 20.800 millones de cosas conectadas, edificios, máquinas, electrodomésticos, carreteras, vehículos. El fabricante de chips Qualcomm refleja muy bien la envergadura del 5G “el 4G sirvió para conectar a personas entre ellas, el 5G permitirá conectar personas con todo lo que nos rodea”

El desarrollo de la tecnología 5G generará una actividad económica de 130.000 millones de euros al año y 2'5 millones de empleos en 2025. El objetivo es que todo esté conectado mediante 5G, el impacto es de tal envergadura debido a los numerosos usos que se le puede dar, según el Plan Nacional 5G, son:

- **Transformación digital de la producción:** Internet de las Cosas, con el soporte de 5G, va a ser una pieza fundamental para optimizar los procesos de fabricación de las empresas, mediante la monitorización y adquisición de datos remota y el control remoto de robots, cadenas de producción, o el uso de la tecnología de impresión 3D. Otros factores que van a contribuir a la optimización de los procesos productivos son la conectividad global entre centros de producción, así como con clientes y suministradores, y una mejora de la distribución y logística.

- **Transporte Inteligente.** El coche conectado es un gran beneficiario de las redes 5G, pues aumentará la seguridad en carretera y fomentará la conducción automatizada, permitiendo obtener datos del entorno en tiempo real. 5G afectará también a las infraestructuras de la conducción, permitiendo una gestión eficiente del tráfico, y del transporte público, mejorando la movilidad. Pudiendo trasladar estas mejoras de gestión a puertos y aeropuertos. Permitirá desarrollar una logística inteligente, ayudando a la toma de decisión de las rutas más eficientes según el día o los acontecimientos que puedan surgir durante la conducción.

Gestionar el incremento de tráfico esperado en movilidad (se estima que se multiplicará por 8 en los próximos 5 años)

- **Territorios inteligentes:** Al permitir una conectividad global y con prestaciones mejoradas, se gestionarán mejor todas las infraestructuras urbanas, desarrollando el concepto Smart City. Permitiendo un uso eficiente de los recursos.
- **Agricultura y ganadería inteligente y de precisión:** Sensores y procesadores con conectividad 5G en los campos de cultivo como en la maquinaria, optimizará los cuidados de los cultivos, permitiendo controlar las necesidades reales, midiendo humedad, detectando plagas. También se aplica a la ganadería.

Las aplicaciones del tipo Smart Home y dispositivos wearables no considero mencionarlos en esta parte, aunque son de las aplicaciones IoT más populares se pueden aplicar perfectamente al 4G, no generan datos masivos con los que trabajar, aunque de todas maneras forman parte de la comunicación que 5G quiere conseguir.

3.1.1 Tipos de Comunicación

En lo que a este trabajo respecta, el 5G mejorará los distintos tipos de comunicación, haciendo que el vehículo conectado sea una realidad.

- **M2M (Machine to Machine):** Permitirá la intercomunicación de máquina a máquina que se encuentre en una misma red, intercambiar información y realizar acciones de forma totalmente autónoma. Para recoger información, las máquinas usarán sensores.

M2M no es lo mismo que IoT, M2M es la base de la comunicación e IoT usa esa comunicación para dar una solución. M2M está creciendo rápidamente y se espera que continúe siendo uno de los segmentos más rápido de crecimiento en el futuro. El número de conexiones M2M podrían ser varios órdenes de magnitud mayor que la población mundial. Se espera que el mercado de sistemas M2M crezca en un 30-40 por ciento por año.

- **V2V (Vehicle to Vehicle):** Se basa en la posición del vehículo respecto a otros. Un ejemplo es el control adaptativo de velocidad, los vehículos se comunican entre ellos para mantener la distancia.
- **V2I (Vehicle to Infrastructure):** El vehículo se comunica con su entorno también conectado, leyendo por ejemplo señales. Tiene orientación al cambio de información relativa a la seguridad y a datos para gestionar mejor el tráfico, su principal finalidad es mejorar la seguridad evitando accidentes y además contribuir con el medio ambiente.
- **V2D (Vehicle to Device):** La comunicación vehículo a dispositivo se refiere al sistema que conecta los automóviles con dispositivos receptores externos, no solo otros coches (V2V) sino también peatones y ciclistas.

Todas estas se denominan colectivamente comunicaciones V2X (Vehicle to Everything), mejorarán la seguridad del tráfico tanto para conductores como peatones, proporcionarán servicios de información y entretenimiento en el automóvil y brindarán nuevas oportunidades de negocios, así como contribuir a la conducción asistida y automatizada.

Para conseguirlo, es necesario que todos los elementos de la infraestructura sean inteligentes y una vez que lo sean, que existan algoritmos que usen los datos intercambiados entre vehículos e infraestructura para reconocer lo antes posible situaciones adversas.

3.1.2 Towards 5G – Hacia el 5G

Hacia el 5G o Towards 5G es un acuerdo entre Ericson, Orange y PSA Group, en el que se unen para aplicar tecnología 5G al sector de la automoción. Se acuerda estudiar las infraestructuras V2V y V2X, así como toda tecnología relacionada con los SIT (Sistemas Inteligentes de Transporte).

Gracias a este proyecto, se desarrollará un conocimiento de los requisitos necesarios para lograr una infraestructura 5G que satisfaga las necesidades de la automoción conectada. Así como identificar nuevos servicios y soluciones que contribuirán a mejorar la seguridad vial y experiencias de los resultados.

3.1.3 5G en España

La Unión Europea adoptó en abril de 2016 el Plan de Acción de 5G para Europa. En el caso de España tenemos, por la vía pública, de la mano del Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital, El Plan Nacional 5G, que nace en 2018 con un horizonte hasta 2020 con el objetivo de situar a España entre los países más avanzados en el desarrollo de esta nueva tecnología. De este modo, cuando 5G alcance su punto máximo de desarrollo y esplendor, España estará preparada para afrontar al máximo las oportunidades de esta nueva era de las comunicaciones.

La tecnología 5G aparte de ser el nuevo paradigma de las comunicaciones inalámbricas, será el componente tecnológico esencial en la transformación digital de la sociedad y de la economía en los países más avanzados durante la próxima década.

Para conseguir esto se ha configurado un plan de acción definiendo los ejes en los que centrarse que incluyen la planificación del espectro radioeléctrico, impulsos a la tecnología 5G con proyectos pilotos e identificar los aspectos regulatorios para su puesta en marcha, privacidad, ciberseguridad, derechos de los usuarios, calidad de servicio, despliegue de infraestructuras, todo bajo un amparo internacional.



Figura 3-1 Hoja de Ruta Plan Nacional 5G

Por otro lado, de la mano del ámbito privado se ha creado el Observatorio Nacional 5G, nacido de un convenio suscrito por el Ministerio de Economía y Empresa, a través de la Secretaría de Estado para el Avance Digital, Red.es y Mobile World Capital Barcelona. Gracias a este proyecto se definen estudios e iniciativas de análisis, evaluación y seguimiento de los proyectos y programas que se desarrollan en España sobre el 5G.

El observatorio tiene como objetivo ayudar a comprender cuáles son los actores clave en el ámbito de la tecnología 5G.

Por el momento, el 5G no tiene un estándar consensuado. Sin embargo, distintos países han dado los primeros pasos en la creación de un despliegue comercial del sistema 5G y se han puesto como meta el año 2020 para su despliegue.

En el ámbito internacional, Estados Unidos, China, Corea del Sur y Japón son los países que están liderando la carrera en el despliegue comercial de la tecnología 5G.

La actividad del Observatorio Nacional de 5G (ON5G) está estructurada en torno a tres grandes bloques de actuación:

- **Capacitación y formación digital:** Impulso del desarrollo de conocimiento alrededor de 5G a través de la formación digital y la compartición de conocimiento, a través de artículos, informes o mejores prácticas en el uso de tecnología 5G.
- **Ecosistema 5G:** Creación de ecosistema y generación de nuevas oportunidades en el entorno del 5G, a través de la identificación y creación de un mapa de proyectos, soluciones y actores de 5G a escala nacional e internacional.
- **Promoción del emprendimiento:** Fomento de acuerdos de colaboración para promover los ecosistemas de emprendimiento y el crecimiento de las pymes que desarrollan aplicaciones y servicios alrededor de la tecnología 5G. Además, el ON5G también impulsa iniciativas de colaboración público-privadas en las que participen clientes clave y usuarios de 5G.

Además del Observatorio, la ciudad de Cataluña ha sido elegida como un entorno de experimentación 5G único en Europa, el proyecto llamado 5G Barcelona, crea un espacio donde cualquier identidad puede poner a prueba sus servicios con el objetivo de reducir el tiempo de desarrollo.

Orange será la encargada de proporcionar su red para la validación de los diferentes casos de uso. La Fundación i2CAT asume la coordinación técnica, MWCcapital lidera la coordinación de la demanda y la UPC aporta laboratorios y grupos de investigación expertos en 5G.

3.1.3.1 Coche Conectado 5G

El proyecto es conocido como 5G Connected Car, un proyecto desarrollado por SEAT, Telefónica, Ficosa, ETRA, Qualcomm y 5G Barcelona.

El modelo elegido es un SEAT Ateca conectado a la red 5G, equipado con última tecnología en conectividad y modificado para ofrecer advertencias al conductor. Los elementos clave son la antena de emisión y recepción de datos con el protocolo 5G y el módulo de comunicaciones C-V2X creados por Ficosa. Además de esto se necesita una potente red de antenas con las que conectar e intercambiar información, proporcionado por Telefónica, Sice proporcionó conectividad a los cruces de los semáforos, Nokia instaló un servidor Multi-Access Edge Computing, plataforma que hace posible la comunicación entre vehículo e infraestructura en tiempo real.

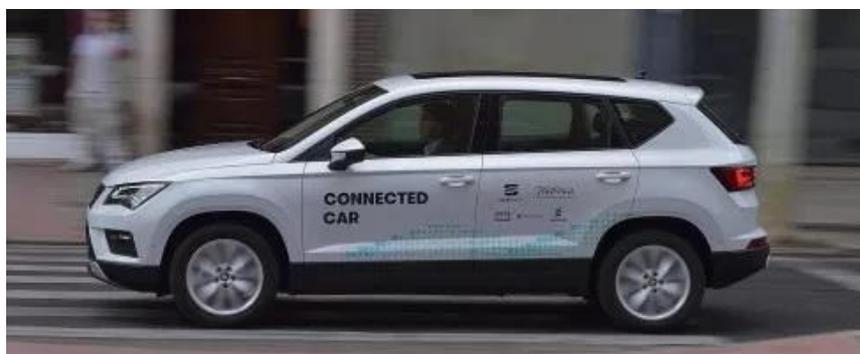


Figura 3-2 Coche Conectado 5G SEAT

Este vehículo ya ha realizado pruebas por Barcelona, en un recinto preparado para poner a prueba las distintas utilidades como avisar de la presencia de un peatón, otro vehículo, bicicleta u obstáculo. Los avisos se reciben en el salpicadero del coche y son recibidos gracias a los sensores de semáforos que pueden alertar de los peatones que van a cruzar, otros coches que se comunican entre ellos, bicicleta equipada con emisor 5G y un área con un sistema de balizas, o usuarios con móviles 5G.

Este prototipo no es un coche autónomo pero si conectado, y es solo el principio del camino para llegar a la conducción autónoma, se demuestra así que los asistentes para la conducción mejorarán la seguridad.

3.1.4 Polémicas relativas al 5G

Con cada nueva invención creada, siempre surgen pensamientos contrarios a la innovación, que ponen en duda la seguridad, beneficios y utilidad de los nuevos avances. El 5G promete un futuro hiperconectado que mejorará nuestra calidad de vida, pero no está exento de problemas y dudas sobre su uso.

3.1.4.1 Política – Wifi o 5G

La Comisión Europea, quiere establecer puntos de referencia para un mercado que podría generar miles de millones de euros en ingresos para fabricantes de automóviles, operadores de telecomunicaciones y fabricantes de equipos.

En un principio la Comisión Europea apostaba por conexiones Wifi en lugar de 5G, sin embargo, este asunto ha creado polémica en la industria de la automoción. Por una parte, fabricantes y firmas tecnológicas como Renault, Toyota, NXP, Autotalks y Kapsch apuestan por Wifi ya que esta tecnología ya está disponible. Además, ya está aceptado el estándar 802.11p, un estándar Wifi para aplicaciones de sistemas inteligentes de transporte (ITS) para soportar comunicaciones V2X usando una banda de 5,9Ghz, por lo que no requiere de grandes inversiones ni en infraestructuras ni en adaptación de vehículos.

Sin embargo, otro grupo de interesados como, BMW, Daimler, Ford, PSA, Telekom, Ericsson, Huawei, Intel, Samsung y Qualcomm apuestan por 5G defendiendo su baja latencia lo que hace posible la aplicación al coche conectado mejorando la seguridad vial.

El 4 de julio de 2019, se realizó una votación sobre este asunto, en el que 21 de los 28 países miembros de la Comisión votaron a favor del 5G.

3.1.4.2 Salud, Ambientales y Sociales

Existen dos tipos de radiaciones, la radiación ionizante es la que tiene longitud de onda corta y transporta alta energía a través de cuantos de luz que son capaces de romper enlaces moleculares, como los Rayos X.Y la radiación no ionizante, por el contrario, tiene menor energía y mayor longitud de onda por lo que no es capaz de romper enlaces moleculares. Las comunicaciones inalámbricas son de este último tipo.

Antes que nada, hay que tener en cuenta que las bandas no son las mismas en todos los países, por lo que a cuanto el espectro electromagnético se refiere, varía según la legislación de cada país. En España se implantan bandas de comunicaciones según la legislación de la Unión Europea.

El Plan Nacional 5G identificó y aprobó las bandas de frecuencia para 5G en Europa que se detallan en la figura 3.3.

Actualmente no existe evidencia clara del posible impacto en la salud que pueden tener las nuevas frecuencias, aunque la opinión pública no está muy susceptible respecto a este tema. En Holanda se responsabilizó la muerte de cientos de pájaros por la instalación de una antena 5G en pruebas, el asunto desató la polémica de las antenas 5G, aunque más tarde se resolvió el caso y se exculpó al 5G.



Figura 3-3 Bandas de frecuencia identificadas para 5G en Europa

En España existe el CCARS, Comité Científico Asesor en radiofrecuencias y salud, formados por expertos en Medicina, Física, Química, Biología y Telecomunicaciones, dicho organismo se encarga de estudiar los posibles efectos del 5G y hasta la fecha concluye que no existen razones técnicas ni sanitarias que justifiquen cambiar la legislación de exposición a radiaciones, dado por el RD 1066/2001. Este comité está enfrentado con Ecologistas en Acción que denuncian que no se cumple el principio de precaución, pues no se ha realizado la evaluación de impactos sobre la salud pública.

De entre las tres frecuencias en las que se divide el 5G, existen estudios sobre el impacto en la salud, pero no son determinantes para esclarecer si el 5G puede llegar a ser perjudicial para el ser humano o el medio ambiente.

Por ejemplo, en 1997 se publicó un estudio en el que tres hombres fueron expuestos accidentalmente a altos niveles de radiación de radiofrecuencia (frecuencia media de 785 MHz) mientras trabajaban en un mástil de televisión. Experimentaron una sensación inmediata de calentamiento intenso de las partes del cuerpo en el campo electromagnético seguido de una variedad de síntomas y signos que incluyeron dolor, dolor de cabeza, entumecimiento, malestar general, diarrea y eritema cutáneo. El problema más notable fue el dolor de cabeza agudo y luego crónico que involucraba la parte de la cabeza más expuesta.

Como conclusión, las radiaciones, aunque sean no ionizantes pueden tener efectos en el organismo debido al calentamiento de los tejidos expuestos. Actualmente, la Organización Mundial de la Salud (OMS) admite que aquellas condiciones en que una radiación dé lugar a incrementos de temperatura iguales o superiores a 1 grado centígrado en un tejido expuesto son potencialmente nocivas para humanos. Esos límites están vigentes y se aplican también a la protección del público ante exposiciones a las radiaciones de telefonía móvil.

El tema más actual y que podemos percibir en nuestro entorno es la nueva resintonización de la TDT. La TDT ocupa la banda que va entre los 694 y los 790 Mhz. El Parlamento Europeo tomó la decisión de que esta franja fuese ocupada por el 5G, además de otras, pero el especial interés de la de 700 Mhz es la baja frecuencia ya que permite tener una mayor longitud de onda y llegar más lejos entre repetidores y así favorecer a núcleos rurales aislados.

Esta medida afectará aproximadamente a la mitad de la población española, unos 21 millones de personas residentes en más o menos 850000 edificios, que tendrán que adaptar las antenas. Las viviendas individuales no se verán afectadas, solo tendrán que resintonizar la televisión con el mando. Las comunidades tendrán que contratar a un instalador para adaptar la antena y podrán pedir subvenciones a partir del 20 de septiembre de 2019. El Consejo de Ministros ha aprobado unas ayudas de 145 millones de euros. Cada subvención individual oscila entre 104,3 y 677,95 euros, en función de las instalaciones.

3.1.4.3 Aspecto Económico

Uno de los aspectos más relevantes en la rentabilidad del 5G y el coste de su implantación. Es difícil entender como una red con tantas aplicaciones y casos de uso, se cuestione su rentabilidad. Este tema preocupa a las operadoras de telefonía móvil, aunque cada tecnología abre nuevas oportunidades en el mercado, lo cierto es que cuando se lanzó el 4G en 2008, los ingresos no fueron los esperados.

Ahora mismo con la tecnología 5G en pruebas y su supuesto lanzamiento en unos meses, es importante plantearse acerca de la estrategia de inversión y las ganancias que puedan generar.

Federico Ruiz, director del Observatorio Nacional 5G comentaba al respecto:

“Por una parte para ver la banda ancha 5G temenos que dar los primeros pases en el despliegue de redes, tener en marcha todas las antenas y la infraestructura que está por detrás, para eso los operadores van a tener que hacer esas inversiones y diseñar unos planes y tarifas con las que podrán rentabilizar las inversiones y tenemos que encontrar las aplicaciones que nos van a llamar la atención lo bastante como para pagar la tarifa que nos van a pedir”

En un artículo publicado por McKinsey, argumentan que los operadores podrían adoptar un enfoque evolutivo para la inversión en infraestructura, evolucionando y adaptando primero las redes 4G. Cuando estas actualizaciones ya no sean suficientes para soportar el aumento del tráfico ya se pasaría la instalación de lo que se conoce como Small Cells.



Figura 3-4 Small Cell

Estas Smart Cells son pequeñas antenas colocadas por todo el mobiliario urbano, pronto nos familiarizaremos con ellas ya que el espectro reservado para 5G permite señales de alta frecuencia que establecen una comunicación ultra rápida de datos, sin embargo, el alcance es mucho más corto y no pueden penetrar fácilmente en los edificios.

Esto se traduce en un despliegue económico de gran envergadura para colocar miles de Smart Cells por la ciudad. Aparte estas antenas tienen que estar conectadas con fibra, alimentadas con electricidad y dotarlas de protección antivandalismo.

En un artículo acerca de la incertidumbre del 5G, Ignacio Castillo, redactor del diario Expansión, alega que podría producirse un nuevo modelo de las operadoras para instalar solo una vez esas Smart Cells y hacer de la compartición de redes una realidad. Cellnex, principal operador neutro de infraestructuras defiende este modelo, según sus previsiones será necesario el despliegue de entre 200.000 y 5000.000 small cells en Europa hasta 2020, y en España entre 30.000 y 70.000, una cifra que podría ser mayor por el aumento de los servicios móviles.

Por otro lado, Gartner asegura que en 2020 los ingresos relativos a las infraestructuras 5G en todo el mundo alcanzarán los 4200 millones de dólares, un aumento del 89 por ciento de los ingresos del 2019 de 2200 millones.

3.2 Sensórica y Componentes

La conducción está experimentando grandes avances hacia la autonomía total. Desde hace años existen los llamados, sistemas de asistencia al conductor como por ejemplo el control de cucero adaptativo.

Estos sistemas se nutren de numerosos sensores cuya finalidad es hacer más sencilla y segura la conducción. La función de un sensor es captar información, física o química, filtrarla y convertirla en datos electrónicos que se envían a la centralita.

Hoy día la gran mayoría de coches que se comercializan tienen alguna tecnología de asistencia a la conducción, ya sea para aparcar, mantenernos en el carril, velocidad adaptativa, todo esto se consigue a base de sensores que los podemos distinguir según su función en:

- Sensor destinado a tareas de mando y regulación, como el ABS
- Sensores con fines de seguridad sistemas antirrobo
- Sensores para la vigilancia del estado del vehículo como la presión de neumáticos

Es muy importante que los sensores puedan resistir condiciones adversas para no transmitir información errónea.

En este apartado, nos vamos a centrar en los sensores necesarios para crear una conducción asistida y autónoma. Para ello se necesita un conjunto de dispositivos tales como, cámaras ópticas, señales radar, sensores de ultrasonidos y LiDAR.

La unión de toda la información recogida por dichos dispositivos produce un modelo que permite al coche reconocer y evaluar el entorno creando una conducción más segura. La monitorización de sensores se ejecuta en tiempo real y los datos analizados por el ADC (controlador de conducción autónoma) que tomas las decisiones y envía las órdenes a los actuadores del vehículo.

Veamos a continuación la equipación de un vehículo para dotarlo con características automatizadas y/o autónomas.

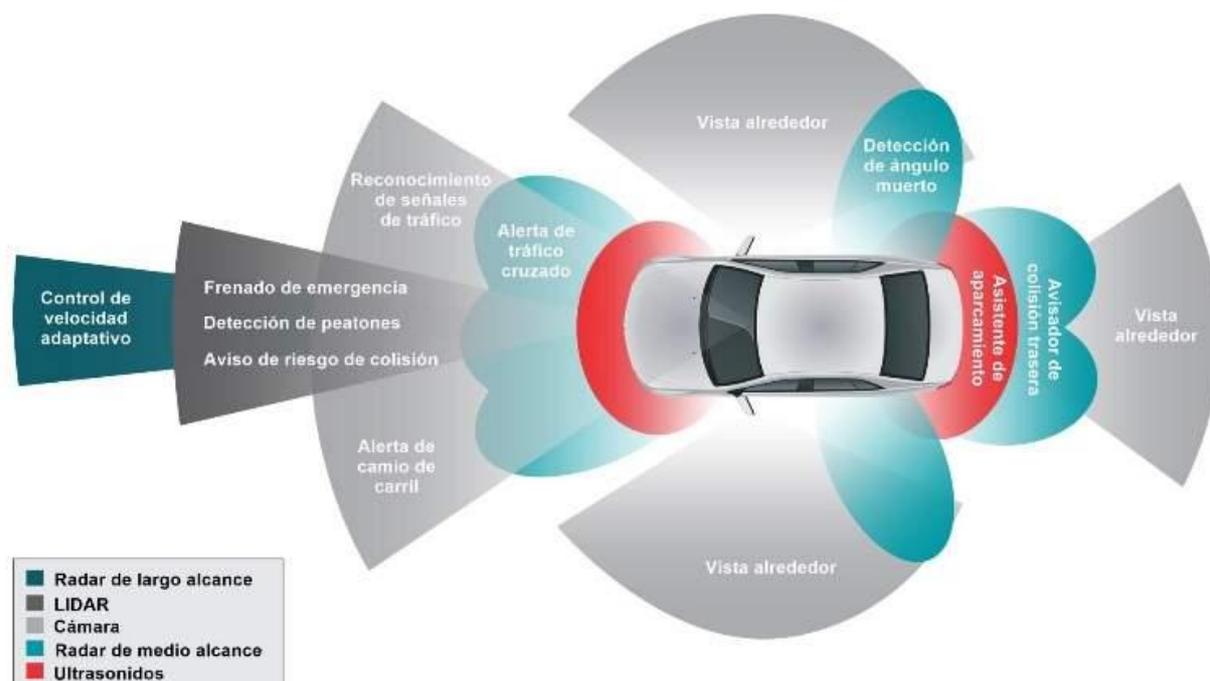


Figura 3-5 Sensórica

- **LiDAR**

Sin duda alguna para lograr la esperada conducción autónoma, los sensores de los que disponen el parque automovilístico actual no son suficientes, ninguno ofrece una monitorización total del entorno que rodea al vehículo, existen ángulos muertos por cubrir y demasiados eventos a los que prestar atención al mismo tiempo.

La tecnología clave en el desarrollo del vehículo 4.0 es la tecnología LIDAR, calificada en el sector como el sensor del coche autónomo, aunque ya se había inventado dicha tecnología allá por el 1960.

LiDAR (Light Detection And Ranging), detección y localización de imágenes por láser. En general LiDAR tiene aplicaciones en geología, sismología y física de la atmósfera. Actualmente con el auge de los vehículos autónomos, se investiga su uso en el sector de la automoción. Funciona mediante la emisión de señales rápidas de láser, las señales rebotan en los obstáculos y el sensor es capaz de calcular el tiempo que tarda cada señal en volver, de esta manera el procesador obtiene una nube de puntos con la que puede crear imágenes tridimensionales en tiempo real y en la cual los objetos se desplazan, para cada punto es posible conocer su posición y la distancia que separa el LiDAR de él. Además, se puede identificar el tamaño del objeto, permite monitorizar todo lo que sucede alrededor en 360° con alta precisión.

Esto ayuda a prever situaciones de riesgo, detectar movimientos de otros vehículos u objetos en el entorno.

Existen varios tipos de LiDAR, por un lado, los fijos colocados en la zona alta del parabrisas, por delante del espejo retrovisor, consisten en una unidad con lentes para la misión de los haces láser y una lente para la captación de los haces reflejados. Es común combinarlos con cámaras de vídeo, para detectar peatones o señales de tráfico, su principal uso es para aplicaciones cuando el vehículo circula a baja velocidad, como sistemas de frenado de emergencia y sistemas para proteger al peatón.



Figura 3-6 Parabrisas con LiDAR

Este sistema lo usa el Volvo City Safety Road como podemos ver en la figura 3-6, en la que se muestra una unidad de sensores parabrisas, a la izquierda las lentes emisoras de haces láser y la lente receptora infrarroja del LiDAR, en el centro hay una cámara de reconocimiento de carril y peatones, que incluyen filamentos térmicos para desempañado y deshielo, y a la derecha hay un sensor de luz y lluvia para encendido automático de faros y limpiaparabrisas.

Por otro lado, cuando hablamos de LiDAR, lo más usual es un dispositivo colocado en el techo del coche que gira 360 grados sobre sí mismo para cubrir todo el entorno, es el LiDAR que se usa en topografía adaptado para el automóvil y es el más grande, esta especie de seta es el modelo HDL-64E y es el LiDAR más grande que existe. La lente emite 64 rayos láser y gira sobre sí mismo 360 grados de manera permanente, a 900 vueltas por minuto, para monitorizar todo el entorno del coche, con hasta 2,2 millones de puntos por segundo. Tiene un alcance de 50 metros para el pavimento y de 120 metros para vehículos, peatones y árboles. Con una unidad en principio es suficiente. Este modelo es también el más caro, con un precio alrededor de los 75.000 dólares.



Figura 3-7 Vehículo con LiDAR

El principal fabricante de estos dispositivos es Velodyne que ha desarrollado otros modelos de menor tamaño y precio, por ejemplo, el modelo HDL-32E usado en el Ford Mondeo autónomo, en el que se disponen de cuatro unidades, cada uno emite 32 rayos láser, giran también sobre sí mismos 360 grados a 600 vueltas por minuto, con hasta 0,7 millones de puntos por segundo. El alcance es de hasta 80 a 100 metros para vehículos, peatones y árboles. Con los cuatro se procesan en total más de 2,5 millones de puntos.

El modelo más económico y compacto es el VLP-16, con 3 variantes, Puck, Puck Lite, y Puck Hi-Res. Emite 16 rayos láser, gira 360 grados, cubre hasta 0,3 millones de puntos por segundo y llega hasta 100 metros de alcance. Su precio es de 8000 dólares aproximadamente.



Figura 3-8 Distintos Modelos LiDAR

La mayoría de los fabricantes de coches autónomos apuestan por esta tecnología por su grado de precisión y su capacidad de crear objetos tridimensionales. Sin embargo, presenta ciertas limitaciones como el rango de alcance que hemos visto anteriormente en los modelos más famosos, para ello compañías como Volvo y Luminar estudian otras alternativas para ampliar el rango. Otra limitación del LiDAR es su fallo de precisión ante condiciones climáticas adversas como lluvia, nieve o niebla, la luz refleja de forma extraña y devuelve métricas erróneas. El principal problema o reto para afrontar de esta tecnología es su coste, la compañía alemana Bosch dice al respecto “aunque la mayoría de los fabricantes de coches saben que el LiDAR es un sensor fundamental para la conducción automatizada, se sabe que su coste no se va a optimizar en la próxima generación, hoy por hoy, no hay ningún sensor LiDAR seguro y fiable que pueda producirse en grandes volúmenes a costes razonables”.

Otro polémico aspecto alrededor de esta tecnología, la puntualizaba en 2015 el experto en seguridad Jonathan Petit, que asegura que LiDAR, no es seguro para la conducción autónoma. Lo ha demostrado logrando engañar al dispositivo con un puntero láser y un generador de pulsos que dice poder sustituirse por una Raspberry Pi o un Arduino, además al alcance de cualquier bolsillo, alterar estos datos cuesta alrededor de unos 55 €.

Es potencialmente peligroso las consecuencias de estos actos, ya que pueden hacer creer al automóvil que una pared, otro coche o persona está a su lado, obligándole a reducir la velocidad. Incluso es posible enviar señales falsas al LiDAR y que el coche se detenga por temor a chocarse con los supuestos pero falsos obstáculos. Además Petit fue capaz de imitar los pulsos láser del LiDAR, por lo que podría hacer copias de estos pulsos, moverlos y confundir al LiDAR.

Por todas estas razones y principalmente por el coste, se barajan alternativas al LiDAR. No todos los fabricantes apuestan por el LiDAR, Tesla ha decidido por el momento no incorporarlo en sus coches y usar radares junto con cámaras de vídeo y sensores ultrasónicos.

Entre las alternativas disruptivas, AEVA, opta por un haz láser continuo con más alcance y precisión, incluso en condiciones atmosféricas adversas, y a menor coste que el LiDAR. Otra propuesta por parte de AdaSky es usar cámaras térmicas para detectar personas, coches y objetos, la ventaja es su campo de visión y el reducido espacio que ocupa, pero se duda de su precisión ante objetos que no desprendan calor.

A pesar todo, el mercado de LiDAR está ahora en plena ebullición, un estudio de MarkesandMarkets recoge que el mercado asociado a este sensor facturó 677,5 millones de dólares en 2017, con la previsión de alcanzar los 1809 millones en 2023.

- **SENSOR RADAR**

Los sensores tipo RADAR (Radio Detection and Ranging), funcionan de manera muy parecida la tecnología LiDAR, con la única diferencia que utiliza ondas de radio en lugar de láser. La antena hace funciones de receptor radar y transmisor. Su principal ventaja es que pueden trabajar con distancias más largas, ya que las ondas de radio presentan menos absorción que las ondas de luz cuando entran en contacto con objetos. Además, RADAR funciona perfectamente ante condiciones climáticas adversas, aunque por el contrario al LiDAR es menos angular y pierde visión del vehículo objetivo en las curvas. Otro punto en contra del RADAR es que puede proporcionar información errónea si hay objetos muy cerca unos de otros, por ejemplo, considerar dos coches pequeños como uno grande. Podemos comprobar en la figura 3-9 su precisión menor respecto al LiDAR.

Los radares operan en frecuencias reservadas, por lo que, en términos de seguridad, son menos vulnerables que la tecnología mencionada anteriormente.

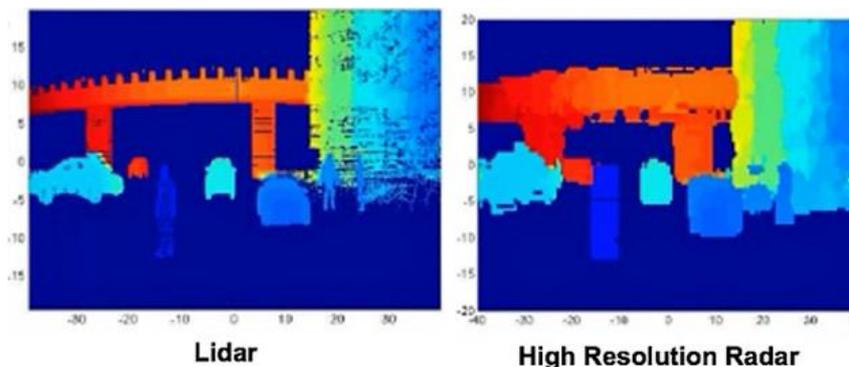


Figura 3-9 Comparativa LiDAR y RADAR

- Sensor de vídeo:** Tiene un rango de medición 3D de más de 50 metros y proporciona información sobre el entorno en un rango mayor. Donde no hay marcas viales, puede determinar de manera fiable si el borde de una calzada es transitable o no, así como llegar a reconocer a personas parcialmente oscurecidas. Apoyan y complementan al resto de componentes.

Se montan en las cámaras estereoscópicas, conocidas como estereo, colocadas normalmente en los faros delanteros y en el parabrisas, son dos lentes para detectar imágenes en el espacio.

- Cámaras Ópticas:** El funcionamiento consiste en que cuando la luz incide sobre el sensor, se crean unas señales electrónicas para ser procesadas por un software. Tienen un alcance entre 50 y 500 metros y sirven para reconocer objetos o personas, su precisión permite distinguir entre animal, humano u objeto para estudiar y darle la importancia a cada uno de ellos. Como los casos anteriores se colocan en el parabrisas, aunque también pueden ser colocados en otros puntos.

Toda la tecnología vista hasta ahora es la más llamativa y la que está en auge ahora mismo por el desarrollo del vehículo autónomo, sin embargo, dado los costes, la mejor opción no es decantarse por una sola, sino dotar al coche de todas estas tecnologías para que entre ellas suplan las decadencias que existen en su conjunto.

Tabla 2 - Ventajas y Desventajas

	Ventajas	Desventajas
LIDAR	Precisión Creación de imágenes tridimensionales Identifica tamaño objeto	Elevado coste Vulnerables condiciones climáticas adversas
RADAR	Rango alto de alcance No vulnerables condiciones climáticas adversas	Menos angular Posibilidad confundir objetos muy cercanos
Cámaras	No vulnerables condiciones climáticas adversas Económicas	Entiende lo que ha sido clasificado No soporta suciedad o niebla

- **Sensores Ultrasónicos:** Sirven para medir la distancia mediante el uso de ondas ultrasónicas, teniendo en cuenta el tiempo que existe entre la emisión y recepción de la señal. Los ecos son registrados por los sensores y analizados por una unidad central de control. Reconocen el entorno en un rango entre los 15 cm y los 6 metros y a bajas velocidades. Se colocan tanto en la parte delantera del vehículo como la trasera.
Su principal uso es para la asistencia al aparcamiento, ayudando a ejecutar las maniobras necesarias o aparcamiento remoto, ayuda a tener una mejor visión del entorno y detectar cualquier objeto cercano, dispositivo de apoyo al frenado de emergencia. Numerosos coches disponen de este tipo de sensores hoy en día.
- **Controlador Conducción Autónoma:** El vehículo contará con un ordenador que mediante un software de control y la inteligencia artificial, tomará las decisiones adecuadas, según la información que reciba gracias a toda la tecnología mencionada anteriormente.
- **ADAS (Advance Driver Assistance Systems):** Existen muchos más sensores que los mencionados anteriormente, estos sensores los podemos clasificar como sensores de asistencia a la conducción cuyo conjunto se denomina ADAS, ya mencionamos algunos en el punto 2.2 . Su finalidad es garantizar la seguridad y confort en la conducción. Entre todo el conjunto que forma ADAS podemos encontrar; velocidad de cruce autónomo, advertencia de conducción incorrecta, detección cambio carril, sistemas anticolidión, supervisión del conductor, velocidad adaptativa, entre otros.

3.3 Empresas Tecnológicas de Automoción

El potencial de mercado de la conducción autónoma es enorme, se estima según ITF que entre 2015 y 2030 la movilidad personal aumentará un 50 por ciento, por lo que, en los próximos 10 años, los analistas esperan que el mercado de hardware y software para este tipo de conducción alcance unos 60.000 millones de dólares según Roland Berger. Los expertos de la consultora Boston Consulting Group predicen que para 2035 las ventas relacionadas con la movilidad compartida alcanzarán casi 160.000 millones de dólares.

Las compañías tecnológicas han descubierto en el sector del automóvil una nueva vía para obtener ingresos, por lo que fabricantes de antaño deben enfrentarse a nuevos competidores del sector tecnológico. Los sistemas electrónicos siguen siendo gran parte de las innovaciones y nuevas características de los vehículos. Con la llegada del vehículo conectado y autónomo la electrónica representa el 35 por ciento del coste de un vehículo, cuando hace 10 años, según Monfred Broy era del 20 por ciento.

Un gran mercado en juego en el que las compañías empiezan la carrera por posicionarse para ser los

elegidos por los fabricantes de automóviles para sus soluciones.

- **Bosch:** La compañía alemana es líder en fabricación y venta de componentes para automóviles. En 2019 esperan generar ventas por valor de dos mil millones de euros con los sistemas de asistencia al conductor. Bosch crece por encima del mercado, estima que sus ventas de sensores radar y cámara de vídeo crezcan un 40 por ciento. Unos 4.000 ingenieros están trabajando para Bosch en soluciones de conducción automatizada, un millar más que hace un año. Es la compañía que más patentes ha registrado en los últimos siete años relacionadas con el vehículo autónomo. Está trabajando en una inteligencia artificial que denomina 'el cerebro' del coche autónomo, y que aunará radares, láser, cámaras, datos en la nube y un procesador el triple de potente que el cerebro humano.

La compañía sigue dos vías de desarrollo, la primera se refiere a los sistemas de asistencia al conductor que permitirá niveles de automatización 2 y 3, con estos sistemas la compañía espera recaudar en ventas en 2019 unos 2.000 millones de euros. La segunda vía es el desarrollo de la conducción automatizada sin conductor, niveles SAE entre 4 y 5 para principios de la próxima década.

En España disponen de hasta 20 localizaciones.

Entre su gran variedad de componentes propios, destacamos:

- iBooster: Es un servofreno, se puede utilizar con cualquier tipo de propulsor y está especialmente pensado para vehículos eléctricos e híbridos. El accionamiento del pedal del freno es controlado por el sensor de desplazamiento del pedal incorporado y transmitido a la unidad de control.
- Connected Horizon: Los vehículos automatizados se apoyan en la información del entorno, una información que va más allá de lo que los sensores pueden recoger. Por ejemplo, necesitan datos de tráfico en tiempo real sobre atascos e incidentes en las carreteras, esto solo se consigue conectando al vehículo a un servidor, en este caso Connected Horizon, el sistema permite una vista previa dinámica de la ruta y los ajustes para una buena estrategia de conducción.
- HMI (Human Machine Interface) : La conducción automatizada cambiará la interfaz hombre-máquina, este sistema convierte a los coches en asistentes personales sobre cuatro ruedas. Proporciona información importante en el momento preciso y avisará sobre situaciones de riesgo. Cuenta con un control gestual que utiliza sensores ultrasónicos que producen resistencia cada vez que el conductor realiza un gesto en el área de grabación de la cámara, de este modo el control gestual es fácil de usar y evita distracciones.

Bosch trabaja juntamente con Daimler para desarrollar un sistema de conducción totalmente automatizado, nivel 4/5 SAE que esté listo para principios de la próxima década. Entre otros proyectos, ya han lanzado entre las dos compañías la primera función de aparcamiento SAE nivel 4, totalmente autónoma y sin conductor, oficialmente aprobada para uso diario. Han probado su prototipo en el aparcamiento del museo Mercedes-Benz en Stuttgart.

El objetivo es lanzar un sistema de conducción automatizado listo para su producción en serie.

- **Nvidia:** Es una empresa multinacional especializada en el desarrollo de procesamiento gráfico y tecnologías de circuitos integrados para estaciones de trabajo, ordenadores y dispositivos móviles. En el campo de la automoción Nvidia mediante su experiencia trabajando con Inteligencia Artificial y Deep Learning, ofrece distintas soluciones para la conducción autónoma, desde la recopilación de datos, entrenamiento de modelos y algoritmos, y pruebas de simulación.

Para que el vehículo pueda razonar y tomar decisiones por sí solo el coche necesitará de una gran potencia de cálculo. Las soluciones de hardware y software de Nvidia DRIVE, ofrecen rendimiento

líder para ayudar a los fabricantes de automóviles a crear la conducción autónoma.

- **DRIVE AutoPilot:** Es el primer sistema de conducción automatizada de nivel superior a 2 disponible en el mercado. Integra el NVIDIA Xavier y el software DRIVE, esto permite que los fabricantes puedan añadir características de conducción asistida avanzadas. La producción empezará en 2020.
 - **NVIDIA DRIVE AGX:** En término de hardware NVIDIA ha creado esta plataforma de procesamiento que constituirá el cerebro de los vehículos autónomos. Ofrece un procesamiento de alto rendimiento y bajo consumo para conseguir una conducción autónoma impulsada por IA. Se ha diseñado pensando en la seguridad e incorpora seis tipos distintos de procesadores para ejecutar algoritmos redundantes.
 - **NVIDIA DRIVE :** El software DRIVE ayuda tanto al vehículo como al conductor a mejorar su percepción del entorno y la respuesta a este. Además, incluye varias capas abiertas personalizables, con redes neuronales que mejoran la percepción del entorno y la supervisión del conductor. Dentro de esta categoría encontramos DRIVE IX, capaz de realizar reconocimiento fácil, seguimiento de los ojos, reconocer gestos, seguimiento de la posición de la cabeza y mirada.
- **Qualcomm Technologies:** Compañía estadounidense que produce chips para móviles. Su implicación en el sector de la automoción se centra en ofrecer conectividad 5G, con los procesadores que ofrecen como Qualcomm Snapdragon, así los fabricantes de vehículos conectados tienen acceso a conexiones inalámbricas. Ofrecen chips para crear las comunicaciones V2X, como por ejemplo el ASIC Qualcomm 9150.
 - **Ficosa:** Es una empresa española, que ofrece soluciones en materia de seguridad, eficiencia y conectividad de alto valor tecnológico para los sectores de automoción y movilidad. Ficosa se centra en tres áreas de negocio, los sistemas de seguridad y el posicionamiento de alta precisión, la conectividad (en 2022 el 80% de los coches van a estar equipados con este tipo de desarrollos) y la electromovilidad.
Ficosa cuenta con el apoyo de Panasonic, compañía que ha invertido gran capital en Ficosa, de este modo Ficosa para ser una división de negocio de AIS Automotive Business de Panasonic. Según Javier Puyol el reto tecnológico que vive la actual transición del automóvil es enorme y requiere grandes inversiones, por esto resulta clave el apoyo de Panasonic para consolidar su proyecto industrial.
Además, la compañía ha trabajado juntamente con Telefónica, la DGT y Seat para desarrollar casos de uso de la tecnología que ofrece IoT, aportando su unidad telemática, Telematic Control Unit (TCU).
 - **Aptiv:** La multinacional norteamericana Delphi Automotive, dedicada a la fabricación de componentes, sistemas mecánicos y electrónicos, se prepara para el desembarco del coche autónomo, para ello ha creado la filial Aptiv con el fin de especializarse en conducción autónoma con el objetivo de reducir el costo de toda la tecnología que engloba.
 - **Intel:** En 2016 Intel anunció una reestructuración de la compañía para no ser solo una compañía de ordenadores y adentrarse en el mundo IoT. En 2017 adquiere Mobileye y empieza a crear tecnología de conducción asistida y autónoma, como sistemas ADAS.

En nuestro país, ha colaborado con la DGT en un proyecto llamado Autonomous Ready Spain, que dotará a la ciudad de Barcelona con vehículos equipados con sistemas Mobileye 8 Connect, para recoplar información, crear mapas de alta definición con REM (Road Experience Management) desarrollado por la compañía.

Otras compañías tecnológicas como Samsung se unen a esta carrera por conquistar el sector de automoción, desarrollando algoritmos para la conducción, incluso otras como Google o Apple que veremos a continuación.

En lo que a nuestro país respecta, la industria española de componentes de automoción es un sector que se defiende bastante bien pese a la reducción del número de matriculaciones. Es el tercer sector que más exporta, factura más de 30.000 millones de euros anuales y se alcanzan los 364.00 empleos directos e indirectos. Solo en el primer cuatrimestre de 2019 se han exportado equipos y componentes por valor de 7355 millones de euros. En el siguiente gráfico se reflejan los buenos datos recogidos hasta 2018 por Sernauto, Asociación Española de Proveedores de Automoción.



Figura 3-10 Datos Sector Automoción en España

4 PRESENTE DEL COCHE CONECTADO

“En el futuro estará prohibido conducir”

- Elon Musk -

Para la llegada de coches autónomos, es decir, coches catalogados nivel SAE 5, aún queda tiempo, sin embargo, ya podemos ver con nuestros propios ojos, las pruebas con prototipos que distintos fabricantes realizan aliándose con empresas tecnológicas. Para la conducción autónoma tendremos que esperar, pero no podemos negar que la conducción asistida es una realidad, analicemos hasta que nivel de automatización es posible llegar hoy en día.

¿Realmente necesitamos coches totalmente autónomos? A continuación, se detallan los beneficios y los retos a afrontar, por parte tanto de los fabricantes, los gobiernos y la sociedad.

4.1 Prototipos y Vehículos Existentes

En los prototipos y vehículos ya existentes, existen claramente dos corrientes. La industria automovilística se decanta por una evolución por fases mejorando la tecnología gradualmente y añadiendo prestaciones. La otra corriente son las estrategias disruptivas ajenas al sector, que, en vez de ir nivel a nivel, se centran en los niveles SAE 4 y 5, con el objetivo de prescindir del conductor.

Cada fabricante de automóviles se asocia con una empresa tecnológica para lanzar su apuesta a un mercado emergente, así como conocemos el Autopilot de Tesla, el Traffic Jam Assit de Audi, el Super Cruise de Cadillac, el Driving Assitant de BMW, el ProPilot de Nissan, cada marca lanza su sistema de asistencia a la conducción.

Se suman a la iniciativa empresas tecnológicas que aparentemente poco tienen que ver con la automoción, como Google o los rumores que Apple lanzará también su coche.

Actualmente, hay fabricados numerosos modelos de diversas marcas, a continuación, se exponen algunos modelos característicos:

Coche de Google

Waymo, era antes conocida como Google Self-Driving Car Project, una empresa desarrolladora de vehículos autónomos perteneciente al grupo Alphabet. Waymo es globalmente conocida como el coche de Google.

El año 2012 fue el nacimiento del Google Car, la compañía empezó a utilizar el modelo Toyota Prius para las primeras pruebas en materia de conducción autónoma. En 2014, Google crea su propio coche, el icónico Firefly, un pequeño automóvil de dos plazas que carecía de volante y pedales, con un botón de encendido y una pantalla que mostraba la ruta y una velocidad máxima de 40 km/h. La finalidad era puramente educativa, para identificar

la mejor situación de sensores y las necesidades de los pasajeros entre otros.



Figura 4-1 Firefly de Google

En la actualidad, Waymo prueba su tecnología en 600 monovolúmenes Chrysler Pacifica en la ciudad de Phoenix, su página web te da la posibilidad de inscribirte como pasajero. Estos coches están catalogados como nivel 4, por lo que pueden circular de forma autónoma en zonas delimitadas, hasta ahora es el nivel más alto conseguido y disponen de conductor de seguridad, aunque los quieren retirar en breve. Waymo es la empresa de coches autónomos más experimentada hasta ahora, acumula más de 15 millones de kilómetros en vías públicas. De momento no se conoce fecha de comercialización, aunque a está confirmada la primera planta de fabricación masiva de este tipo de vehículos que se localizará en Michigan, Estados Unidos.

Waymo ha invertido 1100 millones entre 2009 y 2015 en el desarrollo de su coche, este dato ha sido conocido por una declaración judicial de Shawn Bananzadeh, analista financiero de Waymo. Uno de sus principales rivales es Uber.

General Motors

En 2018, General Motors anunció, adelantándose a todo fabricante, la creación de su vehículo cien por cien autónomo, nivel SAE 5, el Cruise AV, un coche sin pedales, sin volante y sin ningún requerimiento de acción manual, la música y las ventanillas serían accionadas por voz o a través de una aplicación. Este modelo cuenta con tecnología nombrada anteriormente que le permite ver en 360°. Equipado con cinco LiDAR, 16 cámaras y 21 radares. Es un coche inspirado en el Chevrolet Bolt EV de nivel 4.



Figura 4-2 Cruise AV

Aunque el prototipo ya ha sido probado, las leyes de ningún país permiten que este tipo de vehículo circule, por este motivo, General Motors presentó una petición de seguridad al departamento de la Administración Nacional de Seguridad del Tráfico de Estados Unidos, petición que en junio de este mismo año fue rechazada.

Audi A8

El Audi A8, es un coche catalogado con nivel SAE 3, que dispone del AI Traffic Jam Pilot, un sistema que puede ser activado por el conductor en circunstancias inferiores a 60 km/h, tráfico denso y con ausencia de semáforos y peatones, aparte tiene funcionalidades para el aparcamiento automático. Está ideado para lidiar con todas las funciones relativas a un atasco, aún así Audi promete que será capaz de prever acciones de otros vehículos o incluso de reaccionar a tiempo ante obstáculos imprevistos.

El conductor podrá relajarse o usar sistemas de entretenimiento, pero sin dormirse, en tal caso el Audi A8, analizará la posición de la cabeza y los ojos y si el conductor está dormido o somnoliento, avisará al conductor

para que tome el control, si no reacciona, realizaría una parada de emergencia y se activarían las luces de emergencia.

Aparte de las limitaciones ya mencionadas, si pulsamos un intermitente delegará la conducción al conductor, por lo que no está preparado para situaciones complejas.

El vehículo está equipado con 12 sensores, 4 cámaras de 360°, una cámara frontal en el parabrisas, 5 radares, un scanner láser y una cámara de observación sobre el cuadro de mandos. Toda la información va a un procesador que crea una imagen virtual de todo lo que sucede alrededor.

Tesla

La compañía de Elon Musk es sin duda alguna, un claro ejemplo de disrupción, compañía pionera en apostar por el vehículo 100% eléctrico y además con éxito, apostando por el sector de lujo. Por si esto no fuera poco, Tesla es bien conocida por su sistema Autopilot, un sistema implementado en sus modelos Tesla Model S, Tesla Model X y Tesla Model 3.

Autopilot cuenta un hardware avanzado que ofrece funciones de piloto automático, asistiendo la conducción y en un futuro cercano ofrecerá conducción autónoma. Por el momento es un potente asistente que mejora la seguridad y comodidad al volante, reduciendo la carga de trabajo al conductor. Gracias a Autopilot el sistema es capaz de centrarse en su carril, tener un control de crucero adaptativo, estacionar automáticamente y capaz de cambiar de carril de manera automática. Los vehículos con este sistema están dotados de ocho cámaras externas, un radar, doce sensores de ultrasonidos y un potente ordenador.

Hay que destacar que todos los modelos Tesla están considerados con nivel SAE 2, aunque tengan tecnología para mayor nivel, por lo que el conductor tiene que permanecer atento y asumir el control en cualquier momento.

Llama la atención que el Audi A8 sea nivel 3 cuando se dan una serie de condiciones mencionadas anteriormente, y los Tesla aparentemente sin restricciones son conducidos por el sistema de asistencia, dando la sensación de que son más autónomos que el Audi A8.



Figura 4-3 Captura Conducción en Tesla

El primer Autopilot, llamado hardware 1, fue lanzado en 2014, señal de la experiencia que tiene Tesla en este campo, este primer hardware permitía al vehículo detectar señales, otros vehículos y marcas de carriles.

Hardware 2, fue lanzado en 2016, junto con Nvidia, con mejoras sustanciales en equipamiento y una mayor velocidad de procesamiento. En 2017 se lanzó hardware 2.5 con más potencia.

El año pasado, en 2018, Tesla introdujo a sus coches un nuevo hardware, el 3, con el que podían llevar a cabo una conducción autónoma, sin embargo, por temas legales, esto no está regulado y no es posible, por tanto, los vehículos con esta tecnología están preparados para activar esa funcionalidad en el futuro, es decir, ahora mismo los clientes pagan ese modo pero no lo pueden disfrutar.

La compañía confía en tener listo para la segunda mitad de 2020 un sistema de conducción autónoma.

4.2 Movilidad Sostenible e Inteligente

El objeto de la movilidad es el transporte de las personas y las mercancías independientemente del método que usen para desplazarse, ya sea a pie en bicicleta, vehículo, privado o transporte público. La movilidad va más allá que el transporte o tráfico, entendemos por transporte el sistema de medios mecánicos que se emplea para trasladar personas y mercancías, y es solo una estrategia más que posibilita la movilidad. El objeto del tráfico es la circulación de vehículos motorizados.

La movilidad es una necesidad y está considerada como un derecho, se considera la cuarta condición de integración social después de la vivienda, la salud o la educación.

El modelo de movilidad urbana actual es fruto de los cambios sociales, económicos, y tecnológicos, esto ha generado un gran aumento de la movilidad de las personas y por consecuencia se han creado problemas. Las distancias entre donde se realizan las actividades económicas, las sociales, y los lugares de residencia son cada vez mayores y gracias a la evolución del automóvil no suponen un problema grave para el ciudadano por la proliferación del vehículo privado. Los problemas más significativos son:

- La energía consumida por el sector del transporte representa aproximadamente un 40 por ciento de la energía total nacional y es uno de los responsables de gases efecto invernadero.
- Deterioro de la calidad del aire
- Deterioro de la salud debido al ruido, sedentarización y efectos de la contaminación
- Siniestralidad

El reto de la sociedad actual en materia de movilidad es evolucionar a una nueva cultura de la movilidad que permita:

- Reducir la dependencia del automóvil
- Incrementar las oportunidades de los medios de transporte alternativos
- Reducir los impactos de los desplazamientos motorizados
- Aumentar la autonomía de los grupos sociales sin automóvil

El sector de los transportes y en este caso, el del automóvil, intentan dar soluciones a una movilidad cada vez más compleja y exigente. Movilidad sostenible y movilidad inteligente, también llamada Smart Mobility, son dos conceptos usados indistintamente, y muy similares,

La movilidad sostenible es un concepto más general que fomenta las alternativas al uso privado del coche, y dentro de ella, se encuentra la movilidad inteligente con el elemento diferenciador que se introducen las tecnologías de la información y comunicación, para tomar decisiones eficientes gracias a la información recogida por los elementos conectados. Este tipo de movilidad buscar ser:

- Sostenible: Para reducir el impacto medioambiental
- Inclusiva: Para todo el mundo, sin importar el nivel económico y edad
- Multimodal: Posibilidad de combinar diferentes medios de transportes

Un actor que aparece en el contexto de la movilidad inteligente son los Sistemas de Transporte Inteligentes que aprovechan la conectividad en todos los modos de transporte y en todos los elementos, vehículos, infraestructura, conductores y usuarios y todos ellos tienen la capacidad de interactuar entre ellos.

El fin es gestionar carreteras y vehículos para mejorar la seguridad y reducir las congestiones de tráfico, los tiempos de transporte, el consumo de combustible, salvar vidas, ahorrar tiempo y dinero y minimizar el impacto medioambiental.

La cooperación entre las infraestructuras inteligentes y los vehículos inteligentes será de gran utilidad y provecho, la información de las condiciones de la red es necesaria para el buen funcionamiento de los sistemas del vehículo y la información que reenvía este último es de gran importancia para el conocimiento del tráfico.

4.3 Beneficios

Seguridad

Según datos de la DGT, la distracción en la conducción es la primera causa de los accidentes de tráfico. En 2018 la distracción aparece como factor concurrente en 18.591 accidentes con víctimas, un 26%, en los cuales fallecieron 446 personas y otras 1.983 resultaron heridas graves. La causa más común de distracción es el uso del teléfono móvil, esta acción aumenta por cuatro el riesgo de accidente, un riesgo equiparable a la conducción con exceso de alcohol.

Una encuesta de 2015 por ESRA, señala que la mayoría de encuestados son conscientes del peligro al que se exponen con malas prácticas de conducción y pese a esto alguna en vez, en los últimos doce meses han cometido este tipo de acciones, lo vemos reflejado en el siguiente gráfico:

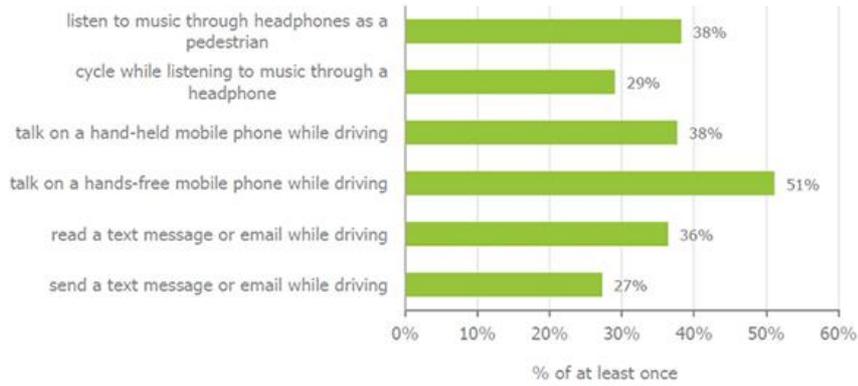


Figure 6: Self-declared (unsafe) behaviours in traffic, in Europe.
 Notes: (1) % of people that did it at least once in the past 12 months. (2) European weight B.

Figura 4-4 Encuesta ESRA

Otras distracciones graves al volante son fumar, lo que supone encender un cigarro mientras se conduce, tiempo durante el cual se recorren unos 113 metros a 110km/h. El sueño y la fatiga son también importantes factores de riesgo.

Los accidentes más frecuentes derivados de estas distracciones son salidas de la vía, choque con el vehículo precedente o atropello. La sociedad tiene que concienciarse de todos los costes derivados de los accidentes de tráfico, en 2018 solo en España fueron necesarios 535 millones de euros en asistencia sanitaria según el informe Estamos Seguros de UNESPA.

Bosch ha realizado un estudio en el que ha entrevistado a más de 12.500 conductores de diversos países para conocer la aceptación de la conducción autónoma y/o conectada y concluye que muchos conductores se sentirían aliviados en las tareas que más estrés suponen como aparcar o conducir en atascos.

En el siguiente gráfico vemos como la asistencia al aparcamiento, barra vertical gris, es la función con mayor grado de aceptación, seguido de mantenimiento de carril, barra azul claro, y por último, aunque con poca diferencia un sistema de frenado de emergencia, barra azul oscuro.

Aparte de una reducción de accidentes, la conducción asistida ayuda a que estemos más cómodos reduciendo los niveles de estrés, si además el viaje es autónomo, convertiríamos el tiempo de viaje en tiempo productivo para leer, hablar con los demás pasajeros, consultar el correo.

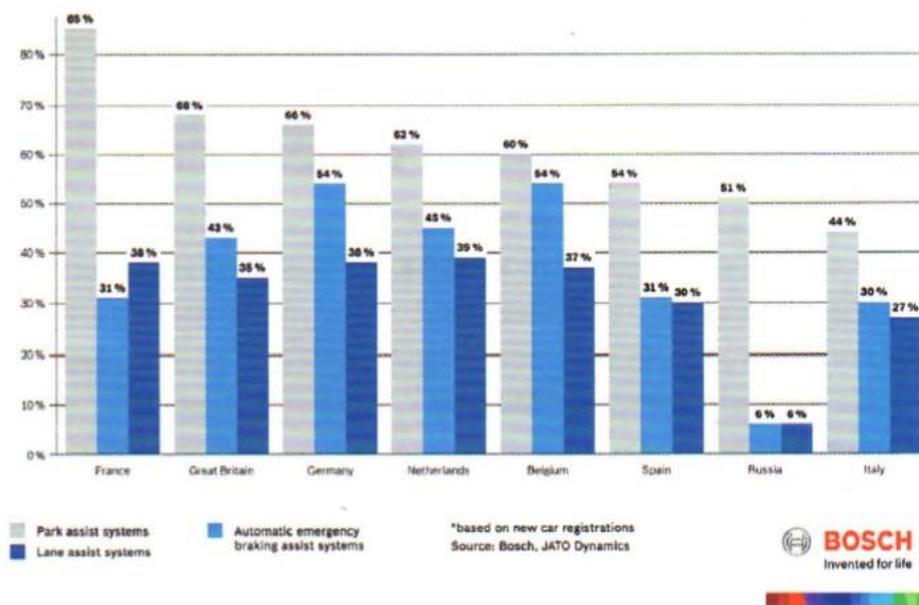


Figura 4-5 Estudio de Bosch

En este estudio similar al de Bosch, con un grupo de estadounidenses en 2016 elaborado por investigadores del Massachusetts Institute of Technology y publicado por Statista, queda bien reflejado cómo los ciudadanos se decantan por la asistencia a la conducción y se muestran reacios a que normalmente el vehículo conduzca por sí solo.

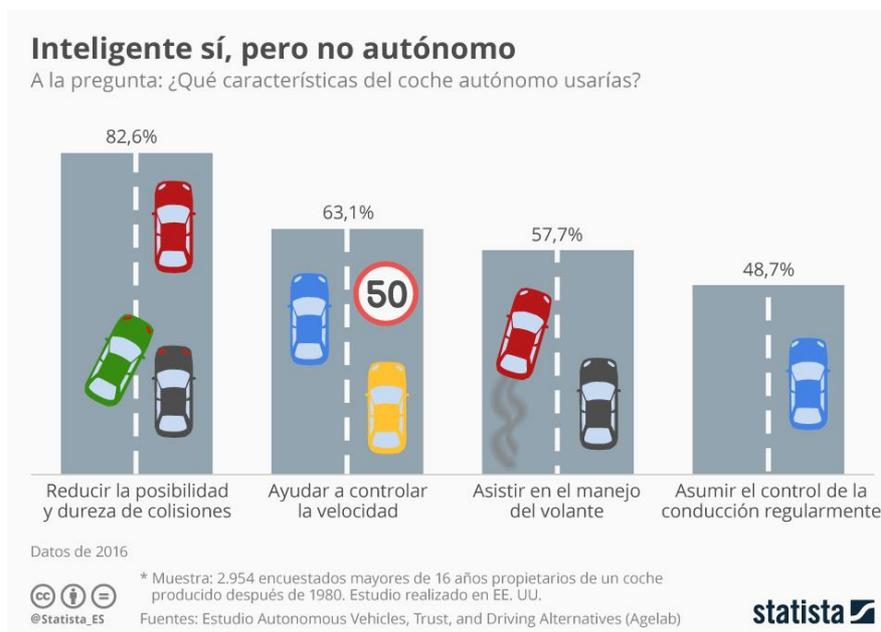


Figura 4-6 Encuesta MIT

Con la tecnología ya incorporada en los nuevos vehículos, una mejora ya implantada es el servicio ecall. En España la DGT anunció que desde el 31 de marzo de 2018, todos los turismo y furgonetas de nueva homologación tienen que equipar de manera obligatoria este sistema, que se activa automáticamente en cuanto se liberan los airbags, realizando una llamada al 112 catalogada como máxima prioridad, también puede ser activada la llamada por los ocupantes del vehículo.

Gracias a la tecnología desarrollada, al operador le llegan todos los datos del vehículo y su localización,

datos importantes para los servicios de emergencias. Según la consultora GMV, se estima que el eCall tiene el potencial de salvar 2.500 vidas al año en Europa.

Gestión del Tráfico

El parque móvil ya solo en España ha experimentado un notable aumento desde hace 40 años, por tanto, cada vez más las ciudades tienen menos espacio para abarcar tal cantidad de vehículos y aparcar es un ardua tarea.

El coche autónomo planteará seriamente si realmente le merece la pena a los ciudadanos tener un coche en propiedad o apostar por un uso colectivo. Y es que el 97 por ciento del tiempo de un vehículo propio en la mayoría de los casos permanece sin usar, unido al amplio abanico de gastos que hay que hacer frente, ya no solo del coste del vehículo al adquirirlo, sino gastos en combustibles, mantenimiento, ITV, lavados, seguro, el modelo que se plantea generar en las ciudades con el coche autónomo no es ninguna tontería.

Ahora bien, existe una gran diferencia según la zona donde vivamos para tomar una decisión sobre la propiedad del coche ¿merece la pena si solo nos desplazamos por la ciudad? En entornos urbanos se estima que uno se mueve al año unos 5000 kilómetros que suponen aproximadamente un gasto de 2400 euros, cantidad suficiente para desplazarnos un año en transporte público y para varios usos de taxi.

Tomando de referencia los servicios de Car-sharing en Madrid, Car2Go por ejemplo donde el minuto de servicio sale aproximadamente a 0'25 céntimos, con el dinero ahorrado durante un año sin coche disponemos de 9600 minutos en Car2Go que según la velocidad que tomemos nos permitirá un determinado número de kilómetros al año bastante atractivo.

Un modelo factible a día de hoy en zonas urbanas, pero lejos de la realidad de zonas alejadas de núcleos urbanos, donde tener un coche en propiedad es casi obligatorio para ir a trabajar. Si los nuevos servicios de movilidad consiguen alcanzar un amplio rango de localidades impactaría en un mayor número de personas.

En cuanto al tráfico, combinando toda la tecnología disponible, 5G, IoT, vehículo conectado, los vehículos se comunicarán con otros vehículos y con el entorno urbano, siendo capaces incluso de prever situaciones problemáticas, usarán datos de tráfico en tiempo real que les permitirán tomar decisiones y adaptar su velocidad a la situación percibida.

Existen dos vertientes en cuanto a la mejora de gestión del tráfico se refiere. Los defensores del coche conectado o autónomo manifiestan las mejoras del uso que estos dispositivos aportan al tráfico.

- Reducción de atascos fantasmas: Son atascos que no tienen una causa de peso para que se congestione una zona, ocurre simplemente porque los conductores no van a una velocidad constante y esto hace que existan zonas donde se avanza más rápido que en otras, y de lugar a un embotellamiento. Se ha experimentado el impacto de un solo coche automatizado en una investigación realizada por

la Universidad de Illinois en la que se demuestra que si un coche autónomo o automatizado mantiene constante su velocidad, provoca que los demás vehículos mantengan su velocidad en el 50 por ciento de los casos. Los coches suelen frenar de media unas nueve veces por kilómetro y en el experimento se redujo de 2'5 a 0.

- Ahorro de combustible, de hasta un 40 por ciento al no ser necesario ni frenar ni acelerar de forma brusca.

En otro estudio realizado por Eugene Vinitsky, investigador de inteligencia artificial en la Universidad de California, también defiende la idea que con unos cuantos coches autónomos el impacto en las carreteras sería notable. El estudio consta de simulaciones en varios escenarios.

En una intersección en forma de ocho, se comparó como sería el tráfico con coches convencionales y como repercutía introducir uno conectado, los resultados fueron sorprendentes pues la media de circulación se duplicó. En la siguiente se puede apreciar a simple vista las diferencias de las simulaciones, sin ningún AV (automated vehicle) cada coche guarda una distancia distinta y la intersección hace que sea necesario frenar lo que conlleva un embotellamiento, sin embargo, en el caso de 1 AV y 14 AV, todos guardan la misma distancia y consiguen que la intersección sea influida. Algo similar ocurrió al estudiar las incorporaciones a autopistas. Para mayor comprensión, las simulaciones están disponibles en el vídeo llamado *AI trained to control traffic*.

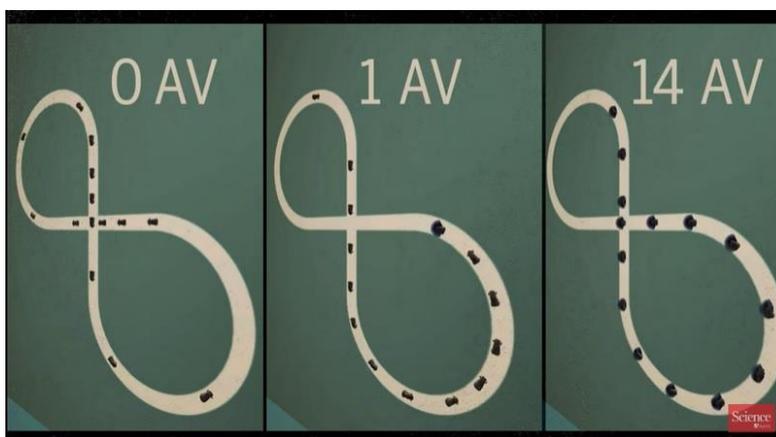


Figura 4-7 Captura Simulación

Audi lleva a cabo el proyecto Hora 25 – Tráfico, en el que realiza simulaciones de tráfico en la ciudad de Ingolstadt, en el que también confirman la reducción de tiempo que estaríamos atascados en carretera, pero recalcan que para que hubiese una mejora sustancial sería necesario un 40 por ciento de coches autónomos.

Según la Dirección General de Movilidad y Transporte de la Comisión Europea, en 2017, los españoles pasaron de media 25'6 horas atascados en carretera, los conductores de Reino Unido encabezan el ranking con 45'73 horas, unas cifras que desglosadas por ciudades son mucho más impactantes. En 2018, los conductores de Londres perdieron 227 horas y los de Madrid 129 horas. Para solucionar este problema los ingenieros John B Gallagher y Steve Hobson junto con su equipo, utilizando inteligencia artificial, proponen que sean los semáforos quienes se adapten al tráfico y no al contrario.

Los detractores de este nuevo tipo de movilidad alegan que el tráfico sería peor si no se regula la llegada de los coches autónomos, ya que habrá una mayor demanda de movilidad debido a los precios asequibles, esto lo recoge un estudio realizado por Transport and Environment en el que han participado Ecologistas en Acción.

Podemos afirmar que sabemos qué mejoras y qué tipo de accidentes se reducirán, pero no sabemos a ciencia cierta que nuevos tipos de problemas pueden surgir.

Medioambiental

Una consecuencia inmediata de lo expuesto anteriormente es la reducción del impacto medioambiental, ya sea por la posible reducción de vehículos propios como por la eficiencia de los viajes. Si tenemos en cuenta que la idea del coche autónomo es que además sea eléctrico, más a favor aún para el medio ambiente.

Según la Agencia Europea del Medio Ambiente, el humo de los coches representa el 13 por ciento de la contaminación ambiental. Retomando la idea del estudio de Transport and Environment en la que afirman que habrá una mayor demanda, habría que tener en cuenta como la sociedad acoge al coche conectado y/o autónomo. Para que este coche sea rentable interesa que este la mayor del tiempo circulando y si es de motor de combustión la idea ya no es tan atractiva para el medio ambiente.

4.4 Retos a afrontar

Tecnológicos

No cabe duda de que la tecnología está muy avanzada, pero no exenta de errores, ya ocurre en el mundo de la aviación que, aunque existan exhaustivas pruebas de calidad y fiabilidad, pueden aparecer errores. En el sector de la automoción pasa lo mismo y la seguridad está en el punto mira.

Es difícil recopilar todos los accidentes generados hasta ahora, por la polémica generada podemos recopilar los accidentes más sonados entre ellos el primer accidente con víctima mortal.

- El 7 de mayo de 2016, fue el primer accidente con víctima mortal. Un Tesla Model S con Autopilot conectado, chocó con un camión, el camionero resultó ileso. En el documento del accidente, se recalca que la parte del remolque era blanca y era un día muy claro por lo que existe la posibilidad de que la tecnología se confunda.
- El 23 de marzo de 2018, un Tesla Model X, chocó contra una barrera y fue colisionado con otros dos vehículos. El conductor recibió alertas visuales y auditivas hasta 15 minutos antes del accidente para retomar el control, pero no lo hizo.
- El 18 de marzo de 2018, un coche de Uber en modo automático, atropelló a un peatón empujando una bicicleta que cruzaba la carretera por donde no debía. Según el informe el sistema clasificó al peatón en un primer momento como objeto desconocido, luego como vehículo y finalmente como bicicleta. 1,3 segundos antes del accidente el sistema concluyó que era necesario frenar, pero ya era tarde.

Cabe mencionar que en todos los casos había conductor en el vehículo, por lo que existe un exceso de confianza de los usuarios.

La tecnología es más fiable en condiciones ideales de visibilidad, por lo que es fundamental seguir investigando en el punto de débil, de condiciones climáticas adversas como poca visibilidad, lluvia, terrenos mal asfaltados o condiciones de demasiada luminosidad.

Estados Unidos es un país con gran cantidad de vehículos automatizados circulando, en California los fabricantes están obligados a reportar las cantidades de veces que sus vehículos han necesitado de la intervención humana para corregir errores, este informe lo realiza el departamento de vehículos a motor de California, concretamente en el informe de vehículos autónomos de 2016 se reportaron 2579 problemas, todos ellos leves, lo que significa aproximadamente un fallo cada tres horas.

En la siguiente tabla se ilustra los resultados de este informe. Google encabeza la lista, sin embargo, juega con una trampa, pues no declara exactamente todas las veces que han tenido que acudir a la intervención humana, sino que analiza con simulaciones qué hubiera pasado si no hubiera intervenido el humano reportando solo los que acaban en accidente.

Hay que destacar que no todos sus fabricantes realizan las pruebas en las mismas condiciones de entorno, algunos ensayos son solo en autopistas, otros en ambientes urbanos.

Tabla 3 – Fallos por fabricante de sus vehículos

Fabricante	Millas Recorridas	Fallos	Fallos/ 1000 millas
Google	638868	124	0,2
GM	10015	284	28,36
Nissan	1099	178	43,43
Bosch	983	1442	1466,94
Mercedez-Benz	673	336	499,26
BMW	638	1	1,57
Ford	590	3	5,08
Tesla	550	182	330,909

Sociales

El coche autónomo y los nuevos conceptos de movilidad impactan de forma negativa en algunos sectores de la sociedad.

Los extremos nunca son buenos, por un lado, encontramos ciudadanos que se confían en cuanto a la prestación que le ofrece su coche con asistencia la conducción, parte los accidentes producidos los conductores no tenían

las manos en el volante o las pusieron demasiado tarde.

Por otro, debido a estos accidentes existe una desconfianza general a los coches autónomos.

En un estudio elaborado por Ipsos en el 2018 publicado en la web Statista(www.es.statista.com), queda reflejado una mayor desconfianza en Europa a este tipo de automóviles que otras regiones.

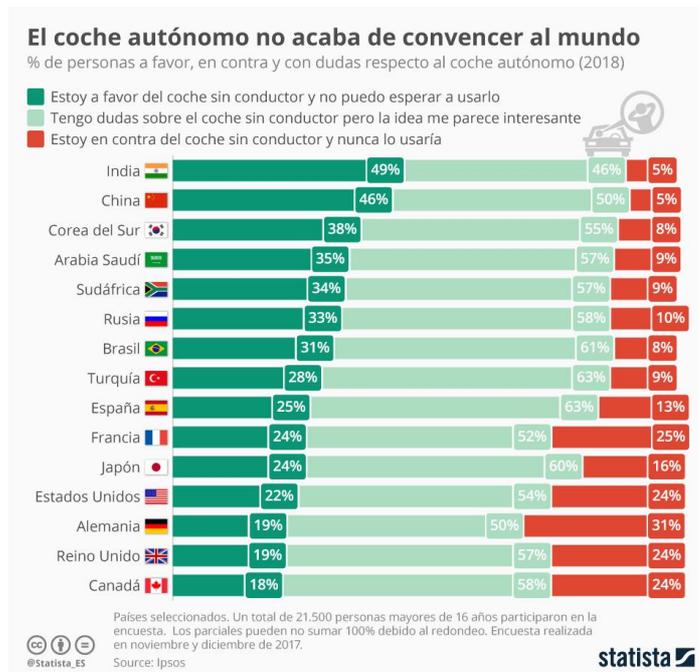


Figura 4-8 Opinión sobre el coche autónomo por países

Es interesante analizar el por qué esta actitud ante las nuevas tecnologías, y es que acarrea distintos motivos desde los más personales simplemente por el placer de la conducción, hasta el posible desempleo que podría conllevar y por supuesto la seguridad del sistema, tanto física como informática.

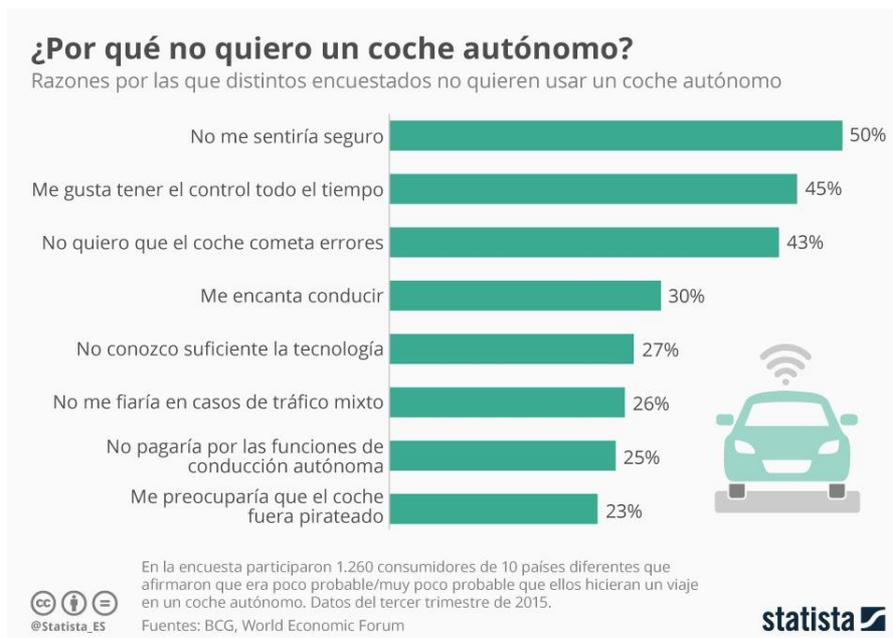


Figura 4-9 Razones en contra del coche autónomo

Por otro lado, plantean una serie de problemas éticos en cuanto a responsabilidad en caso de accidente y sobre la programación de los algoritmos del ordenador a bordo, en una situación extrema ¿qué elige el coche? ¿salvar el mayor número de vidas? ¿salvar a su ocupante? ¿y si el peatón ha cruzado indebidamente por donde no debía, es justo que el algoritmo proteja su vida antes que la del conductor? ¿voy a pagar por un coche o por un servicio que no me va a proteger?

Estos problemas no tienen solución clara y repercuten directamente en la responsabilidad en caso de accidente. Para dotar a la máquina de unos principios morales, por llamarlos de algún modo, hay que programarla y es necesario encontrar un consenso regulatorio. La Comisión Europea, en colaboración con el Grupo Europeo de Ética de la Ciencia y de las Nuevas Tecnologías y la Alianza Europea de la IA, creará un foro para celebrar debates a escala europea.

Socialmente, la tecnología amenaza ciertos puestos de trabajos como transportistas, taxistas, conductores de autobús. Los trabajadores no se muestran favorables, ya conocemos el caso de cómo aplicaciones móviles han reinventado el servicio del taxi y han surgido nuevos modelos de negocios generando gran polémica. Ahora esta nueva disrupción abarcará aún a más profesionales del transporte.

Es cierto que se podría reducir la demanda de conductores profesionales, pero también sería un remedio para la escasez de encontrar estos profesionales, sigue siendo difícil la sustitución completa de humanos por máquinas, y lo más probable es que el cambio sea gradual, permitiendo a estos profesionales formarse en otras tareas. En un estudio del Foro Internacional del Transporte se calcula que la demanda de conductores se podría reducir en un millón para 2030.

Los servicios de taxi se verían muy afectados, actualmente existen flotas de taxis autónomas en pruebas y es la apuesta fuerte por empresas como Google y Uber. En Estados Unidos tanto en Silicon Valley como en Phoenix están disponibles las flotas de robotaxis de Waymo, no obstante, las reseñas realizadas en los 10500 trayectos entre los meses de julio y agosto de 2019 reportan los siguientes datos:

- El 30 por ciento de las reseñas totales teniendo en cuenta las dos regiones, contiene alguna crítica
- Casi la mitad de las valoraciones en Silicon Valley son negativas

- Conducción inestable, frenados excesivos, mareos por mala conducción
- Inexactitud en el punto de destino, con una variación entre los 15 y 900 metros.

Como consecuencia, la personalización de los servicios de movilidad podría provocar un menor uso del transporte público.

Legislativos

Disponemos de la tecnología necesaria para fabricar coches conectados y autónomos, existen prototipos existentes que demuestran la realidad de una conducción automatizada, los fabricantes cada cierto tiempo lanzan avances sustanciales, sin embargo, la industria manufacturera va por delante del marco legislativo, que difiere según los países, por lo que es una asignatura pendiente y necesaria, regular este nuevo tipo de conducción.

La legislación en ningún país a día de hoy, permite la conducción autónoma sin conductor de respaldo, todos los accidentes ocurridos hasta ahora incluían la figura del vigilante.

Un paradigma aún por resolver ya que según la Ley sobre Responsabilidad Civil y Seguro, el conductor del vehículo es el responsable, ahora bien, ¿qué pasa si el conductor ya no es el que conduce?

En España la DGT, emitió en 2015 un documento por el que autorizaba a los fabricantes a pruebas y ensayos de investigación realizados con vehículos de conducción automatizada en vías abiertas al tráfico general.

En mayo de 2018 la Comisión Europea publicó un escrito sobre la estrategia de la Unión Europea para la movilidad automatizada mostrándose a favor y argumentando la necesidad de una regulación, por tanto la legislación ahora mismo está atrasada, pero es cierto que se están realizando intentos por concretarla.

En nuestro país, podemos circular con vehículos catalogados hasta nivel SAE 3, ya que requiere siempre de un conductor, sin embargo, la normativa no es clara en caso de que falle algo justo cuando se realice una acción automatizada, a priori la responsabilidad cae sobre el conductor, por este motivo se estudia incorporar cajas negras al vehículo para esclarecer en caso de fallo o accidente quién estaba actuando en ese momento ¿ordenador o humano?

Como conclusión, existen vacíos legales en cuanto a responsabilidad, lo que está claro es que ahora los fabricantes serán un actor más a tener en cuenta en el análisis de responsabilidad. La legislación no está preparada para vehículos nivel SAE 4 y 5, otro punto muy importante, es que la normativa sobrepasa el ámbito nacional por lo que debería haber un consenso entre países.

Se producirá una reestructuración de los seguros para adaptarlos a las nuevas tecnologías. Con el coche conectado las aseguradoras podrán ofrecer seguros más personalizados y justos para los usuarios, ya que se podría demostrar el perfil de conductor del coche, es otra manera de repercutir en la seguridad, un perfil más agresivo pagará más.

A partir de aquí las empresas pueden ofrecer ventajas a ciertos perfiles de conducción, por ejemplo reducción de la póliza si pasas a ser catalogado como conductor responsable con el medio ambiente.

Si la mayor parte de los accidentes de tráfico son por factores humanos, eliminando este factor los accidentes por esta causa disminuirán y por tanto los costes del Seguro.

Por otro lado, si un usuario es cliente de una flota de coches autónomos ¿de que manera le cubre el seguro? El caso similar hoy en día es el moto-sharing, en el que el seguro cubre la responsabilidad civil, todo lo demás es pagado por el usuario, aunque la principal diferencia es que hoy en día en el moto-sharing tú eres responsable de la conducción.

En términos de responsabilidad, aparte de los problemas morales ya mencionados anteriormente, en caso de multa ¿quién la paga?

Ciberseguridad

Los vehículos conectados generan gran volumen de datos. Es necesario establecer cómo se van a proteger dichos datos y quién tendrá acceso a ellos.

La Federación Europea de asociaciones de aseguradoras Insurance Europe y la Asociación de Mutuas de Seguros y Cooperativas de Seguros de Europa, Amice, han lanzado la campaña Data4Drivers con el fin de que sean los conductores los que elijan quién tiene acceso a los datos. Los datos generados por los vehículos deben ser tratados como datos personales según el Reglamento General de Protección de Datos de la Unión Europea.

Por un lado, estos datos permiten crear un servicio personalizado a los usuarios, como asistencia en carretera, reparación de vehículos entre otros, lo que supone un gran interés para las empresas para crear productos y servicios. Por ejemplo, conduciendo de camino a casa por la noche y aparece por la pantalla del automóvil un descuento de un establecimiento de comida cercano. “Los patrones de conducción y ubicación, tienen un valor monetario tan importante como el de su actividad de búsqueda en la web” afirma Roger Lacntot, asesor



Figura 4-10 Logo
Data4Drivers

de Strategy Analytics. Según Lanctot el objetivo es construir una base de datos de preferencias del consumidor para luego venderlo con fines de mercadotecnia.

En marzo de 2018, el Parlamento Europeo propuso a la Comisión Europea crear un marco legislativo para asegurar condiciones equitativas para la consulta de datos del vehículo, protección de los derechos de los consumidores y competencia leal.

Por otro lado, un grave problema a afrontar es la ciberdelincuencia. Diversos tipos de riesgos se derivan de esta práctica aplicado a automóviles:

- Clonación
- Pay ransom: Los hackers desactivan funciones y piden un rescate
- Robos de datos y coches
- Riesgos en la seguridad: Los hackers pueden tomar el control del vehículo

Rentabilidad

Tanto dinero invertido en investigación y desarrollo del coche autónomo, repercuten en un elevado coste para poder adquirir uno, depende de todo lo que el sistema integre tendrá un precio u otro pero si ya el kit de tecnología puede oscilar entre los 50000 euros, el coche autónomo por el momento, no va ser un low cost.

Por eso mismo las empresas apuestan fuerte por las flotas de vehículos como servicio al ciudadano, ahora bien, todo dependerá de la aceptación de la sociedad. Un avión gana dinero cuando vuela, del mismo modo las compañías de flotas de coches perseguirán que sus vehículos estén el menor tiempo parados.

Ford ha comunicado que preveé en cuatro los años de vida útil para el coche autónomo pensando en un coche en constante movimiento.

Habrà que esperar para estudiar las tarifas que las compañías decidan poner para sacar rentabilidad a un coche en tan solo 4 años.

4.5 Modelos de Negocio

En una industria y sociedad cada vez más conectada, el abanico de posibilidades para ofrecer servicios y productos a un cliente es inmenso, las empresas realizan grandes inversiones en su transformación digital que encarecen el coste del activo que venden, por este motivo, es necesario adaptarse a lo que los clientes demandan y establecer relaciones duraderas, creando nuevos modelos de negocio para poder llegar a más consumidores.

En este contexto surge el concepto de servitización, Ren Y Gregory (2007) lo definen como la acción de ofrecer servicios en combinación con bienes, con el objetivo de lograr un mayor valor añadido. De este modo la industria amplía sus capacidades de negocio y ofrece una mayor experiencia al consumidor final. La servitización permite a la empresa crear estrategias competitivas y ser fabricante y vender servicios al mismo tiempo.

La servitización no enriquece al sector servicios, sino que fortalece a la industria manufacturera añadiendo valor a sus ofertas.

Es decir, ya no solo vamos a adquirir un bien, sino que además existe la posibilidad o de que nos ofrezcan servicios con el bien adquirido o simplemente contratar directamente el servicio que el cliente busca sin necesidad de adquirir el bien. Un consumidor ¿qué busca? ¿una lavadora o ropa limpia? El cliente en la mayoría de los casos quiere el servicio. Algo parecido ocurrió hace años en el sector de la telefonía y las cabinas de teléfono por la calle.

La transformación digital afecta de manera directa a este concepto, las nuevas tecnologías afectan a la creación de nuevos modelos de negocio por la manera en la que se pone a disposición del cliente un producto o servicio.

Se cambia el negocio de ‘venta de activos’ a ‘venta del uso de activos’. Y en este contexto la servitización es un nuevo modelo de negocio que puede llegar a muchos más consumidores que no puedan adquirir el bien, en nuestro caso, un coche, muchas personas simplemente tienen la necesidad de la movilidad urbana para ir a trabajar, entonces en vez de adquirir un coche pueden usar servicios de taxi, car-sharing o alquilar el vehículo por horas.

Un dato a destacar es que la flota actual de vehículos pasa aproximadamente el 97 por ciento del tiempo sin usar, unas 260 horas al año, ¿merece la pena tener un vehículo en propiedad con todos los gastos asociados que conlleva?

A continuación, se exponen ejemplos de fabricantes que hemos visto anteriormente como desarrollan el concepto de servitización:



Figura 4-11 Prototipo Lanzadera Bosch

La compañía alemana Bosch reconoce la gran cantidad de oportunidades que ofrece IoT, entre ellas la mejora de la movilidad urbana. Bosch presentó en el CES 2019 su proyecto de vehículos lanzaderas, alegando que pronto las lanzaderas sin conductor serán parte de las ciudades de todo el mundo. Para una movilidad basada en lanzaderas de este tipo, Bosch aparte de usar sus sistemas ofrecerá servicios de movilidad.

El volumen de mercado previsto para estos servicios es muy alto, en 2017 fueron 47 mil millones de euros, se estima que en 2022 serán más de 140 mil millones según PwC.

Un reto para el proyecto es abordar la alta automatización que requieren estos servicios por este motivo Daimler se une al plan, para realizar pruebas en 2019 en la ciudad de San José, California, para probar el servicio de viajes compartidos, para mejorar el flujo de tráfico urbano y la seguridad en carreteras, sin emisiones, sin estrés y sin accidentes para proporcionar una sólida plataforma para el tráfico del futuro.

La tecnología aumentará el atractivo del coche compartido, permitirá optimizar el tiempo que pasamos en los automóviles y abrirá nuevas formas de movilidad a quienes no tengan permiso de conducir.

Otro gran servicio ligado a los coches autónomos son los servicios de taxi por compañías ya mencionadas anteriormente como Waymo, con una gran flota en periodo de prueba a la que se suman otras compañías como Uber.

Toyota ha anunciado su proyecto E-Palette, un vehículo modular, escalable, eléctrico y autónomo para funciones de reparto o movilidad de personas. Al proyecto se han unido marcas como Uber, Didi, Mazda, Amazon y Pizza-Hut, constituyendo la Alianza E-Palette. Se plantea presentarlo en los Juegos Olímpicos de Tokio 2020.



Figura 4-12 Prototipo E-Palette

4.6 Otras Aplicaciones

El desarrollo de la tecnología en la automoción es aplicable a otros objetos o vehículos.

Un campo de aplicación son las motos, cada año mueren unos 300.000 conductores de motocicletas, además su riesgo de mortalidad es de media 20 veces superior al de los conductores de automóviles.

Los motoristas se pueden beneficiar de todo el desarrollo de la tecnología en el campo de la automoción y así ser menos vulnerables en situaciones que suponen una desventaja para ellos.

Cuando el tráfico es denso, cuesta mantener la distancia de seguridad correcta, el control de crucero adaptativo en motos puede liberar al conductor de esta tarea a velocidades entre 30 y 140 kilómetros por hora. El conductor establece en el volante la velocidad y la distancia mínima deseada y un sensor radar vigila la distancia, si delante circula un vehículo más lento la motocicleta reduce velocidad y vuelve a aumentarla cuando se despeja.

Las colisiones por alcance se producen sobre todo en los atascos, una advertencia podría reducir el riesgo, para ello un sensor radar puede medir la distancia a la que se encuentran los vehículos, si la moto se acerca a ellos y el conductor no reacciona es advertido con señal acústica en el casco o vibración en el manillar.

Las curvas son arriesgadas para los motoristas cuando está mojada o hay restos de algún líquido o gravilla, para evitar que la moto derrape se está investigando un sistema por el cual un sensor detecta la fuerza con que patina la rueda, si supera un valor límite, el sistema suelta un gas por una tobera lateral, esta pequeña explosión mantiene a la moto en el carril.

Sin olvidar los ángulos muertos, los pilotos de motos corren el riesgo de sufrir accidentes porque no ven bien el carril vecino en el retrovisor, un sensor radar puede ayudar al conductor, de manera que si el piloto activa un intermitente el sistema detecta si se acercan vehículos a gran velocidad por el ángulo muerto y lanza una señal al retrovisor o la pantalla.

Además, se están desarrollando sistemas de conectividad para permitir la comunicación entre motoristas y vehículos, se prevee que para 2025, más del 70 por ciento de las nuevas matriculaciones de dos ruedas estén conectadas.

El sector de la logística es otro beneficiario de las tecnologías de automatización de la conducción. El desarrollo de camiones autónomos reducirían los costes y aumentaría la flexibilidad del sistema ya que se podría circular a cualquier hora del día sin repercutir en los costes. Una gran aplicación es el sistema de recogida de pedidos, en el que se da la posibilidad al repartidor de dejar el paquete en el maletero del cliente, o bien en unas taquillas con acceso por clave. Un gran reto en este sector es mejorar los problemas relacionados de la última milla.

Los vehículos autónomos guiados (AGV) se emplean desde hace bastantes años en fábricas y almacenes. No es que la tecnología de conducción autónoma haya permitido desarrollarlos ni mucho menos, ni tampoco al contrario, pero si es cierto que el desarrollo de la industria 4.0, ha facilitado la implantación de estos sistemas que transportan materiales, pedidos, estanterías. Actualmente su uso está en auge, un caso muy conocido son los AGV en los almacenes de Amazon.



Figura 4-13 AGV de Amazon

Por último y no menos impactante, la tecnología ha llegado a los cochecitos de bebé, el proyecto llamado SmartWheels, lanzará el primer carrito de bebé eléctrico inteligente del mundo. El carrito dispone de motores eléctricos y sensores. Los sensores registran las cuestas mientras se empuja

el carrito y reconocen el tipo de suelo. Si el carrito es soltado, se pararía automáticamente. Cuesta arriba o a plena carga los motores aportan fuerza adicional, cuesta abajo se activa un freno. Una aplicación móvil sirve de llave.

Se espera que salga en la primavera de 2020 con el objetivo de aportar más seguridad, confort y adaptar el carrito de bebé a la era digital. Es el primer producto de Electrical Drives fuera de la industria de la automoción. Además de esta aplicación esto recopila datos para futuras aplicaciones como carros de la compra o de golf, por lo que el objetivo es crear un sistema modular, Jeannette Stief, encargada del área comercial de SmartWheels, comenta “el segmento de los carritos de bebé como mercado inicial ofrece grandes oportunidades, los sensores de los carritos nos permiten recopilar datos, un inicio en los negocios basados en datos”.

5 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

La Cuarta Revolución Industrial ha iniciado un proceso de cambio y transformación digital gracias a IoT, robótica, machine learning, edge computing e inteligencia artificial. Una transformación no solo recibida por la industria, en la industria nació y ahora estas tecnologías están disponibles para aplicarlos a otros campos como el de la automoción. El sector de la automoción ha sabido adaptarse a los nuevos tiempos y propone soluciones a los problemas actuales relativos a la movilidad. Durante el trabajo hemos analizado los impactos positivos que esto conlleva:

- Economía
- Sociedad
- Transporte
- Mejora Seguridad Vial
- Aumento de la movilidad eficiente
- Menor impacto medioambiental
- Creación de nuevos puestos de trabajo
- Gestión eficiente del tráfico

Así como los retos que supone:

- Seguridad
- Responsabilidad Civil y Seguros
- Ciberseguridad
- Protección de datos
- Pérdidas de empleo

El escenario que plantea el coche autónomo dejará de lado la propiedad privada, fomentando los servicios de movilidad, por un lado, por los elevados costes de adquisición de un particular, por otro se fomentarán los servicios de movilidad bajo demanda mejorando la gestión del tráfico que repercute directamente de forma positiva en el medio ambiente, teniendo en cuenta que la idea es que estos servicios sean con vehículos eléctricos.

Tras analizar cómo es el tráfico actual, considerando el número de muertes cada año y el tiempo perdido en atascos, los impactos positivos son muy atractivos y caen por su propio peso frente a los negativos, por tanto, podemos concluir que merece la pena investigar en el coche autónomo.

Las compañías se han aventurado asegurando conducción autónoma en 2020, un espacio de tiempo muy reducido como para preparar todas las infraestructuras y normativas a tiempo.

Sin embargo, algo que pasa desapercibido, es que las industrias se centran en vendernos el coche autónomo como el coche del futuro o el coche conectado, o un mix entre los dos, con una estrategia de marketing enfocada a la comodidad del usuario, que es cierto, pero es necesario centrarse si de verdad se va a dar solución a los problemas de movilidad.

En el momento que vivimos ahora de transición de coche convencional a autónomo, hay que aprender de todos los datos que nos reporte la conducción asistida y conectada para establecer las bases y la confianza necesaria para afrontar de aquí a una década o dos, el coche autónomo.

Ahora mismo no estamos preparados para vehículos completamente autónomos, pero es una realidad en continua evolución.

Se ha expuesto el estado actual de la conducción autónoma, sin embargo, cada tecnología implicada es caso de estudio de forma aislada por todo lo que abarca. Las comunicaciones V2V y V2X son actores importantes en el ámbito de las telecomunicaciones, un posible estudio serían las comunicaciones entre vehículos sin la necesidad de Internet para proteger su vulnerabilidad a ataques informáticos.

La llegada del 5G es un amplio tema de estudio pues repercute en varios sectores, con un amplio rango de aplicaciones.

Aparte del problema medioambiental, los problemas de congestión son unos de los mayores problemas de la movilidad y lo seguirá siendo puesto que las ciudades aumentarán su población progresivamente, Naciones Unidas estima que el 68 por ciento de las personas vivirá en ciudades sobre el 2050, por tanto centraría las líneas futuras de investigación en simulaciones de tráfico cotidianas, intersecciones, horas punta, en distintos tipos de vías, estudiando el número de carriles óptimo y cómo serían las entradas y salidas a la vía.

BIBLIOGRAFÍA

- Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. Barcelona: Debate.
- Belén, V. (2019). *Cuarta Revolución Industrial | Economipedia*. [online] Economipedia. Available at: <https://economipedia.com/definiciones/cuarta-revolucion-industrial.html>
- Tan, L.; Neng, W.; (2010) "*Future internet: The Internet of Things*". 2010. 3 International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE). Vol. 5, pp. 376-380.
- Itu. (2019). *ITU Internet Reports 2005: The Internet of Things*. [online] Available at: <http://www.itu.int/osg/spu/publications/internetofthings/>
- Sosa, E., & Godoy, D. (2014). *Internet del futuro. Desafíos y perspectivas*. *Revista de Ciencia y Tecnología*, 16(21), 40-46.
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future generation computer systems*, 1645-1660
- J. and Samaniego, (2019). *Qué es el Big Data: utilidades, importancia y potencial*. [online] Hablemos de empresas. Available at: <https://hablemosdeempresas.com/empresa/que-es-el-big-data/>
- García Carmona, A., & Criado García-Legaz, A. M. (2009). *¿Por qué los automóviles son como son?. La evolución de un sistema tecnológico*. *Alambique*, 62, 92-106.
- Schilling C. J. (1997). *Effects of acute exposure to ultrahigh radiofrequency radiation on three antenna engineers*. *Occupational and environmental medicine*, 54(4), 281–284.
- (2019) Revista Bosch Zunder
- Zamorano, I. (2019). *La historia del automóvil a través de sus modelos más emblemáticos (I)*. [online] Motorpasion.com. Available at: <https://www.motorpasion.com/clasicos/la-historia-del-automovil-a-traves-de-sus-modelos-mas-emblematicos-i>
- Autopista.es. (2019). *Los 12 nuevos sistemas obligatorios en coches y su calendario: de cajas negras a frenada autónoma*. [online] Available at: <https://www.autopista.es/noticias-motor/articulo/12-nuevos-sistemas-obligatorios-coches-calendario-fechas-cajas-negras-frenada-autonoma>
- Ec.europa.eu. (2019). *DocsRoom - European Commission*. [online] Available at: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/34588>

- Mobility and Transport - European Commission. (2019). *Hours spent in road congestion annually - Mobility and Transport - European Commission*. [online] Available at: https://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/scoreboard/compare/energy-union-innovation/road-congestion_en
- Inrix. (2019). *Global Traffic Scorecard*. [online] Available at: <http://inrix.com/scorecard/>
- Levels of Driving Automation, SAE Available at: <https://www.sae.org/>
- Telefónica, F. (2019). *Sociedad digital en España 2018*. Fundación Telefónica.
- NVIDIA. (n.d.). *Autonomous Car Development Platform from NVIDIA DRIVE AGX*. [online] Available at: <https://www.nvidia.com/en-us/self-driving-cars/drive-platform/>
- Sae.org. *SAE International*. [online] Available at: <https://www.sae.org/>
- KAMP, B. (2016). *La servitización como estrategia para la evolución competitiva de la industria*. Economistas, nº 150
- FM, Y. (2018). *Cuáles son y qué están haciendo las principales empresas en la carrera por el coche autónomo*. [online] Xataka.com. Available at: <https://www.xataka.com/vehiculos/cuales-son-y-que-estan-haciendo-las-principales-empresas-en-la-carrera-por-el-coche-autonomo>
- Samar J. (2018). *Nace “Data4Drivers”, la campaña para luchar por tus datos generados en los coches conectado*. [online] Available at: <https://movilidadconectada.com/2018/04/21/nace-data4drivers-la-campana-para-luchar-por-tus-datos-generados-en-los-coches-conectado/>
- Samar, J. (2018). *Tus datos, mi negocio!*. [online] movilidad conectada. Available at: <https://movilidadconectada.com/2018/03/01/tus-datos-mi-negocio/>
- Valero, J. and Millán, V. (2019). *Los 2.578 problemas de los coches autónomos durante 2016 en California*. [online] Hipertextual. Available at: <https://hipertextual.com/2017/02/problemas-coches-autonomos-2016-california>
- DGT. *Revista Tráfico y Seguridad Vial*. [online] Revista.dgt.es. Available at: <http://revista.dgt.es/es/>
- Coit.es. (n.d.). *Cuadernos de Tecnología: el impacto del 5G | COIT | Colegio Oficial Ingenieros de Telecomunicación*.
- Alonso Pineda, S. (2018). *El seguro del coche autónomo*.

- Arce Ruiz R.(2016) *Planes de movilidad urbana eficiente, casos y aplicaciones en el territorio español*.
- Díez Ramírez, A. (2018). *Conducción autónoma: Estudio del estado del arte, impacto sobre la movilidad y desarrollo de simulador de tráfico*.
- Lovera Pedrero, M. D. C. (2018). *Presente y futuro del coche conectado* (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Romero Fernández-Bravo, M. Á. *Impacto sobre la salud de las emisiones electromagnéticas: radares y tecnología 5G*.
- Tiana Gómez, C. (2017). *Adaptación de la ciudad de Barcelona para la implementación de vehículos autónomos* (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Ibáñez (2018). *De 0 a 5: cuáles son los diferentes niveles de conducción autónoma, a fondo*. [online] Xataka.com. Available at: <https://www.xataka.com/automovil/de-0-a-5-cuales-son-los-diferentes-niveles-de-conduccion-autonoma>
- Minue. (2019). *Guía para saber si te sale rentable o no tener coche*. [online] Available at: <https://www.xataka.com/automovil/guia-para-saber-te-sale-rentable-no-tener-coche>
- Stern, R. E., Cui, S., Delle Monache, M. L., Bhadani, R., Bunting, M., Churchill, M., ... & Seibold, B. (2018). Dissipation of stop-and-go waves via control of autonomous vehicles: Field experiments. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 89, 205-221.

