

# The Autonomous Car: A better future?\*

## El Coche autónomo: ¿Un futuro mejor?

---

JESUS ALBERTO VALERO-MATAS

Sociología y Trabajo Social  
Facultad de Educación de Palencia  
Universidad de Valladolid/Gir Trans Real Lab  
Avda de Madrid, 50. 34004 Palencia  
E-mail: [javalero@uva.es](mailto:javalero@uva.es)  
<https://orcid.org/0000-0002-7330-1635>

ANGIE DE LA BARRERA

Department of Transportation  
Arlington County, Virginia. EEUU.  
E-mail: [afbarrera@hotmail.com](mailto:afbarrera@hotmail.com)

Este artículo está sujeto a una: [Licencia "Creative Commons Reconocimiento-No Comercial" \(CC-BY-NC\)](#)

DOI: <https://doi.org/10.24197/st.1.2020.136-158>

RECIBIDO: 10/03/2019  
ACEPTADO: 17/10/2019

**Resumen:** El texto que aquí pretende analizar el coche autónomo en sus dimensiones técnicas y sociales. Mucho se habla del vehículo autónomo, que depara un futuro mejor, donde habrá menos accidentes, cambiará la forma de actuar de las personas, traerá grandes desarrollos sociales e industriales. Se dice que estos vehículos mejorarán la seguridad y calidad de vida de las personas, espacios urbanos más amplios, menos contaminación y un sin fin de adelantos. Las industrias automovilísticas así como algunas tecnológicas están luchando duramente por ser los primeros en tener un vehículo autónomo total. Pero por otra parte, no sabemos en que fase se encuentran los vehículos, cuantos niveles existen, como funciona un coche autónomo, cómo afectará a la industria, al mercado y a la vida cotidiana. Ante la llegada de este vehículo se presentan muchas lagunas, preguntas, así como resolver como es la ciberdelincuencia o cuestiones éticas derivadas de la conducción.

**Abstract:** This article wants to analyze the technical and social dimensions of the autonomous car . Much is talked about the autonomous vehicle, which holds a better future. where there will be fewer accidents, will change the way people act, will bring great social and industrial developments. These vehicles will improve the safety and quality of life of people, wider urban spaces, less pollution and endless progress according to the opinion of experts. The automobile industries as well as some technology companies are working hard, because they want to be the first to build a fully autonomous vehicle. But on the other hand, people do not know in what phase the vehicles are located, how many levels there are, how an autonomous car works, how it will affect the industry, the market and everyday life. There are many gaps and questions to ask, as well as we can solve cybercrime or ethical issues arising from driving, before autonomous cars operate.

---

\* No ha tenido ninguna financiación

**Palabras clave:** Coche autónomo, conducción, seguridad, ética, normativa, privacidad y ciberseguridad

**Keywords:** Autonomous car. Driving. Security. Ethics. Regulations. Privacy. Cybersecurity

## 1. INTRODUCCIÓN

La conducción autónoma es uno de los campos de desarrollo que más van a marcar la agenda tecnológica y será una de las tecnologías que más cambiará nuestras vidas, y la sociedad, en los próximos años.

Desde hace dos décadas se vienen realizando investigaciones sobre el coche autónomo. Se está presentando como el futuro, solución a múltiples problemas, contaminación, seguridad, comodidad, etc., pero también presenta muchos problemas no tan comentados como el resto, cuestiones éticas y normativas.

La investigación acerca de los coches autónomos no es nueva (Weber, 2014). A finales de los años 50 de la pasada centuria, un grupo de técnicos especialistas e ingenieros de automóviles describieron en *Popular Mechanics Magazine* ideas sobre los coches autónomos. En ello hablaban de lo sencillo de alterar un roadster para que arrancara y se pusiera en una carretera de manera autónoma. Un tiempo más tarde, un investigador de General Motors decía en la misma revista que dicha compañía estaba trabajando en el desarrollo de mandos de radio control y automóviles para desarrollar infraestructuras para automóviles autónomos.

Por lo tanto, la búsqueda de desarrollar coches autónomos acudiendo a un amplio elenco de mecanismos, no es nueva, ahora si, el desarrollar una técnica de coches sin volante y más sofisticados, debido a las tecnologías existentes, es bastante novedosa.

Los anuncios de las empresas bien sean tecnológicas o automovilísticas cada vez son mayores, también es cierto, que el reto competitivo es tan grande que lleva a estas industrias a estar en constante comunicación y publicidad para no perder la carrera por la conducción autónoma.

## 2. NIVELES DE AUTONOMÍA DE LOS AUTOMÓVILES

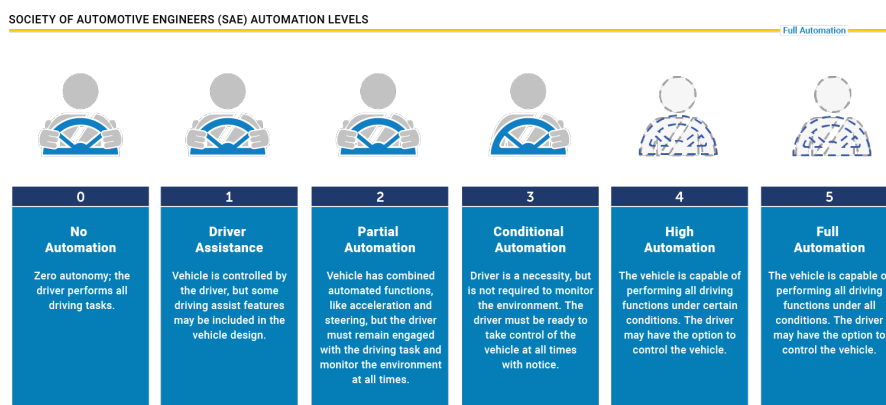
Se habla de niveles en los coches autónomos al conjunto de pautas establecidas por la Sociedad de Ingenieros Automotrices de los Estados Unidos (SAE) para describir los diferentes niveles de autonomía en los automóviles. A menor número más dependencia del conductor, y a mayor número más independencia, gracias a un sistema más sofisticado de sensores, cámaras y algoritmos. Respecto a los niveles, podemos encontrar dos categorizaciones, aquellos que dicen de 6 niveles contabilizando el 0 como aquel vehículo que no tiene ningún elemento regulado de autonomía. Otro grupo diferente al SAE clasifica la autonomía en 5 niveles, eliminando el nivel 0, que es el estadio sin ningún dispositivo de autonomía o apoyo al conductor.

Siguiendo la clasificación de la NHTSA (2013) actualmente encontramos seis niveles, la categorización es fácil de entender, **Nivel 0**, es bastante básico. El conductor controla y realiza todas las tareas de conducción: dirección, frenos, acelerador, marchas, etc. **Nivel 1** es de asistencia al conductor, conlleva que la

mayoría de las funciones están todavía controladas por el conductor, pero se encuentra apoyado por algún dispositivo de ayuda; como la dirección o la aceleración. Está presente en los vehículos desde hace muchos años. **Nivel 2** existe algún sistema de asistencia al conductor automático; dirección y aceleración/desaceleración, como el control de velocidad y el centrado de carril. Este grado de automatización implica que el conductor no maneja físicamente el vehículo, al tener las manos y los pies, fuera del volante y los pedales. No obstante, el conductor debe estar en todo momento atento para tomar el control del vehículo. **Nivel 3**. Los conductores siguen siendo necesarios en los vehículos de nivel 3, pero bajo ciertas condiciones de tráfico o ambientales el vehículo gobierna la conducción. Significa que el conductor todavía está presente e intervendrá si es necesario, sin estar obligado a supervisar la situación en los mismos términos que los niveles anteriores. Los próximos esfuerzos están en alcanzar conducir sin intervención del conductor durante largos períodos de tiempo, este es el **Nivel 4** lo que significa totalmente autónomo. Los vehículos de este nivel están diseñados para realizar todas las funciones de conducción y supervisión de la carretera para un viaje. Sin embargo, es importante tener presente la limitación al *dominio de diseño operativo* (ODD) del vehículo, dicho de otro modo, no cubre todos los escenarios de conducción y, finalmente, **Nivel 5** hace referencia a un sistema totalmente autónomo cuyo comportamiento sea igual al de un conductor humano.

Pese a parecer una simple clasificación, los niveles son importantes porque establecen unas pautas manifestando lo tecnológicamente avanzado de un vehículo. Además de ofrecer a los consumidores la información necesaria sobre dichos automóviles. Veamos las aportaciones de los niveles a los vehículo.

Grafico 1



Fuente: Society of Automotive Engineers (SAE)

### *Nivel 1. Asistencia al conductor*

Aquí ya encontramos algunos sistemas que, en cierta medida, facilitan las maniobras de conducción al conductor, control de movimiento longitudinal o lateral, con la peculiaridad no se pueden realizar ambas a la vez. *Capacidades del sistema:* el automóvil incorpora sistema de automatización que controla la velocidad o la dirección del vehículo, pero no ambas simultáneamente. *Participación del conductor:* El conductor realiza todas las demás tareas requeridas de la conducción, y sobre él cae toda la responsabilidad de supervisar y estar atento a lo que sucede en la carretera, así como asumir el control del sistema de asistencia si este no funciona adecuadamente.

*Ejemplo:* control de crucero adaptativo y asistentes de aparcamiento que sólo actúa en la dirección no en los pedales y alerta de cambio involuntario de carril.

### *Nivel 2. Automatización parcial*

Es los sistemas con los que cuentan los coches modernos. Sistemas como el Asistente de carril unido al control de crucero hacen que este coche pueda ejercer movimientos tanto longitudinales como laterales de forma *autónoma*. El conductor cuenta con sistemas que realizarán tareas de conducción por él.

*Capacidad del sistema:* el automóvil puede gobernar, acelerar y frenar en determinadas circunstancias. *Implicación del conductor:* El conductor debe estar atento a todo lo que ocurre en la carretera, ante posibles peligros u obstáculos. Las maniobras tácticas; respetar las señales de tráfico o cambiar de carril recaen sobre el conductor. El conductor debe tener en todo momento las manos sobre el volante.

*Ejemplo:* el coche puede mantenerse por sí solo en el carril a una velocidad constante, o siguiendo al coche delantero durante periodos cortos de tiempo. También puede montar tecnologías de aparcamiento pilotado (interviene en la dirección, acelerador y freno) o un asistente de conducción en atascos, entre otras dotaciones. : Nissan Propilot, Audi Traffic Jam Assist, Cadillac Super Cruise, Mercedes-Benz Driver Assistance Systems, Tesla Autopilot, Volvo Pilot Assist

### *Nivel 3 Automatización condicionada*

Este nivel da un giro importante al entrar en juego el control del entorno, de manera que el vehículo sepa cómo responder ante ciertos imprevistos. Pocos automóviles en el mercado incluyen este grado de conducción autónoma, aunque dentro de pocos años un porcentaje muy alto de vehículos incorporarán estas características.

*Capacidad del sistema:* en las condiciones adecuadas, el vehículo cuenta con sistemas de toma de decisiones, pudiendo gestionar la mayoría de los aspectos de la conducción, incluido el control del entorno: frenar para evitar una colisión o cambiar

de carril. *Participación del conductor*: el conductor deberá estar atento para tomar los mandos si los sistemas solicitan, cuando se produce un fallo grave o una pérdida de funcionamiento de los mismos -informando con el tiempo suficiente para que el conductor pueda reaccionar-. Aunque presente un grado alto de autonomía, sigue estando limitado a ciertos escenarios.

*Ejemplo*: Audi Traffic Jam Pilot.

#### *Nivel 4 Alta automatización*

Esto es lo que los fabricantes de automóviles están trabajando actualmente y describe un sistema en el que el automóvil es capaz de conducir por sí mismo casi todo el tiempo. Esto incluye la conducción en carretera (a cualquier velocidad legal), así como la conducción en ciudad, donde los diseños de las carreteras son mucho más complejos. No se vende ningún vehículo con esta automatización, pero Waymo anunció que llevaba funcionando automóviles autónomos de nivel 4 en Arizona desde mediados de octubre de 2017. *Capacidad del sistema*: el automóvil puede operar sin intervención o supervisión humana, pero solo bajo condiciones selectas definidas por factores como el tipo de carretera o el área geográfica. *Participación del conductor*: la figura del conductor no se hace necesaria puesto que el vehículo es capaz de tomar decisiones de conducción más complejas gracias al completo equipamiento de sofisticados sensores, detectores, radares y GPS, que le permitirá inspeccionar el entorno para determinar la mejor opción en cada momento. El coche no solicitará al conductor que coja los mandos, ya que existen sistemas secundarios que se activan si los primarios fallan. A pesar de ello, sigue habiendo cierta limitación del sistema, el cual en ciertas condiciones que no pueda continuar si marcha de forma autónoma.

*Ejemplo*: el desaparecido prototipo de vagón Firefly de Google, que no tenía ni pedales ni volante y estaba restringido a una velocidad máxima de 40km/h.

#### *Nivel 5 Autónomo total*

Es el máximo nivel de autonomía. Completamente teórico por ahora, aquí las personas no tienen ningún control sobre el vehículo, únicamente indicarle su destino. Estos automóviles navegarán por todo tipo de carreteras sin problemas, sin importar las condiciones climáticas, y permitirán que los pasajeros trabajen, coman, lean o incluso duerman mientras están a bordo.

En este caso, el diseño del habitáculo puede carecer de volante, palanca de cambio de marchas y pedales. *Capacidad del sistema*: el coche será el responsable de la conducción sin intervención humana. *Participación del conductor*: Entrar en el vehículo y bajar en el destino

*Ejemplo*: no existen ejemplos con esta categorización.

Tabla 1

Niveles	Cero	Uno	dos	tres	cuatro	Cinco
Que hace el coche	Nada	Acelerar, frenar y control del movimiento por el conductor	Acelerar, frenar y control del movimiento por el conductor	Asume el control total dentro de parámetros estrechos, como cuando se conduce en la autopista, pero no durante las entradas o salidas	Todo, solo bajo ciertas condiciones (por ejemplo, ubicaciones específicas, velocidad, clima, tiempo de día)	Todo: va a todas partes, a cualquier hora y bajo todas las condiciones
Que hace el conductor	Todo	Todo pero con alguna asistencia	Controla, monitorea y reacciona a las condiciones	Debe ser capaz de recuperar el control dentro de 10-15 segundos	Nada bajo ciertas condiciones, pero todo en otros momentos	Nada, e incapaz de asumir el control
Nuestra impresión según los prospectos	El coche de tus padres	Los coches actuales	En prueba	Puede que nunca se ponga en escena	Donde la industria quiera llegar	En alguna parte de nuestros sueños

Elaboración propia

### 3. SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE UN COCHE AUTÓNOMO

El vehículo autónomo es el desarrollo de un sistema complejo que pretende realizar las mismas funciones que hace un coche convencional con una persona dentro. Si bien, para ello se debe dotar de todos los instrumentos que cuenta el ser humano, perfeccionándolos para que el propio automóvil pueda reaccionar por sí sólo como lo hace un conductor humano. Por esta razón están cargados de dispositivos que lo hacen posible.

En estos vehículos están conformados por tres hardwares principales:

- ✓ Percepción (Sensores)
- ✓ Toma de decisiones (Algoritmos y Procesamiento)
- ✓ Manipulación (actuadores)

Los sistemas de percepción o sensores de AD se categorizan principalmente en dos formas a saber: Sensores propioceptivos (responsables de la detección del

estado del vehículo, como los codificadores de ruedas, la unidad de medición inercial, etc.), y Sensores exteroceptivos (responsables de detectar el entorno circundante como cámaras, LiDAR, RADAR, ultrasonidos, etc.).

Las imágenes y la información obtenida de los sensores viajan a través del procesador, este indica al automóvil como actuar, y este informa al ordenador central que controle y tome las decisiones adecuadas sobre los componentes físicos del vehículo, frenos y/o volante.

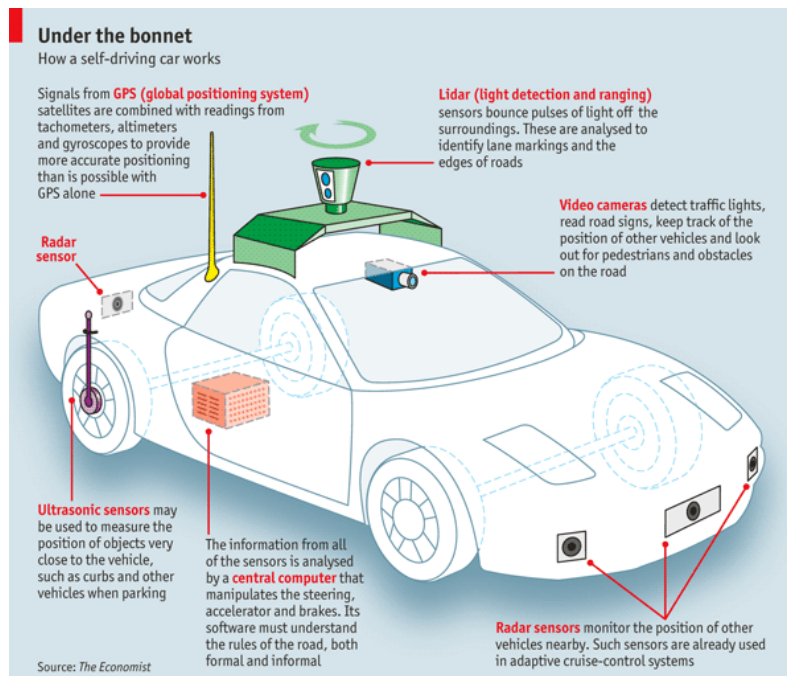
Es cierto que en la acción del vehículo no intervienen sólo sus dispositivos, sino que el cerebro de los vehículos autónomos toma datos de otros automóviles que utilizan para controlar mejor los entornos. Si los automóviles procesaran la imagen de una nueva señal de tráfico, estos datos se convertirían temporalmente en parte del sistema general de mapeo.

Estos coches no son tan sólo una masa de tecnología inteligente; son el resultado de algoritmos de aprendizaje y de clasificar información de una experiencia previa. Posee un software que recibe la información y configura las respuestas y los comportamientos en tiempo real. Cuanto más experiencia adquiere el vehículo mediante la conducción más información obtiene y por ende, más sabe. Esto no conlleva que haya que ir enseñando al coche, sino que el coche debe tomar decisiones en décimas de segundo cuando está en funcionamiento, de igual modo que hace un conductor, que esté programado para absorber datos que lo permitan discriminar, y ante circunstancias de riesgo tomar decisiones adecuadas, tales como desviarse o cambiar de carril.

Cuando va en un automóvil, el conductor se enfrenta a multitudes interferencias, como pueden ser los ruidos de fondo. Ante estos hechos el conductor desatiende esa interferencia centrándose en lo fundamental o prioritario. Otro asunto que la IA (Inteligencia Artificial) debe resolver para discriminar en la conducción que es lo importante y lo que no. En este sentido, los autos usan modelos predictivos y prescriptivos para manejar la afluencia de información sensorial de una manera práctica.



Figura 1



Fuente: The Economist

## 3.2 Principales dispositivos de los que consta el vehículo autónomo

### 3.2.1. Ordenador central o core software

Será el cerebro del coche autónomo. Todos los sensores que se encuentran colocados en el automóvil informan al ordenador central. Este estará dotado de varios núcleos que son necesarios para poder realizar todas las operaciones en tiempo real.

El software que incorpora este ordenador central será el encargado de procesar la información llegada de los sensores y guiar el vehículo autónomo, es decir, manipular la dirección, el freno, el acelerador, así como tomar las decisiones importantes durante la conducción, ante un obstáculo, un peatón, etc. El software debe entender las reglas de conducción, tanto las formales como las informales.

### 3.2.2. Radares.

Son sensores de radio, utilizados en barcos y aviones, emiten ondas electromagnéticas que, cuando son reflejadas, revelan la posición exacta de un obstáculo y lo rápido que se aproxima al vehículo. Relativamente similar a lo que los sensores de ultrasonidos logran, pero con un rango de alcance mucho mayor (Brummelan, J., Van, et. al., (2018). Se utilizan tanto RADAR de grado automotriz

de corto alcance como de largo alcance (principalmente en la banda estrecha, es decir, 27-77 GHz) para aplicaciones AD. Los radares de corto alcance, como su nombre indica, "detectan" el entorno en las proximidades de un automóvil (~ 30 m) y, especialmente a bajas velocidades; mientras que los radares de largo alcance cubren distancias relativamente largas (~ 200 m) generalmente a altas velocidades. En general, el sensor de radar adquiere información de objetos cercanos como distancia, tamaño y velocidad (si se está moviendo) y advierte al conductor si se detecta una colisión inminente. En caso de que el conductor no intervenga dentro del tiempo estipulado (advertencia posterior), la entrada del radar puede incluso incluir controles avanzados de dirección y frenado para evitar el choque. Las capacidades de alta precisión y agnósticas del clima de los radares los hacen adecuados para cualquier prototipo de vehículo autónomo, incluyendo las condiciones ambientales. En un futuro, con la introducción en los radares de la tecnología de banda ultra ancha (alta frecuencia ~ 100 GHz), proporcionarán información más precisa, serán más pequeños, más baratos y más fiables.

### **3.2.3. Sensores de ultrasonidos.**

Los sensores ultrasónicos usan el mismo principio de "*time of flight*" (TOF) del RADAR, con la salvedad que los primeros emplean ondas de sonido de alta frecuencia en lugar de microondas (radar). Las emisiones ultrasónicas son ondas de sonido con frecuencias muy altas y no percibidas el oído humano. Son adecuadas para aplicaciones de corto a medio alcance a baja velocidad (Alonso, et, al.,2011). Usando los tiempos de eco de las ondas de sonido que rebotan en los objetos cercanos, los sensores pueden identificar la distancia a la que se encuentra otro vehículo u objeto y alertar al conductor a medida que se va acercando. Los fabricantes de automóviles ya están usando estos sensores, aunque solo para aplicaciones de corto alcance. Algunas de sus aplicaciones que están funcionando en vehículos actuales se encuentran en el aparcamiento automático o la detección de obstáculos a baja velocidad. Algunos vehículos de Tesla están equipados con 12 sensores ultrasónicos de largo alcance que proporcionan una visión de 360 grados, con el objeto de aumentar su capacidad de detección frontal y lateral delantera, apoyando al radar con el fin de habilitar su sistema de piloto automático.

### **3.2.4. Cámaras:**

Todos los vehículos autónomos cuentan con un conjunto de cámaras distribuidas alrededor de la carrocería que generan una imagen en tres dimensiones de las inmediaciones del vehículo. Apoyan y complementan, por lo tanto, al resto de sensores del vehículo.

Los sistemas basados en cámaras son monofocales, es decir, tienen una fuente de visión estéreo. En otros términos, un conjunto de múltiples (normalmente dos) cámaras de visión únicas, similares a la vista humana. Dependiendo de las necesidades, estas pueden montarse en las rejillas frontales, los espejos laterales, en la puerta trasera, el parabrisas trasero, etc. Dichas cámaras permiten comprobar la existencia de vehículos cercanos, marcas de carriles, señales de tráfico, luz de

carretera, etc. y advierten al conductor en situaciones de peligro, ya sea una colisión inminente, un peatón que avanza por delante y pueda ser atropellado, una bicicleta o un choque con otro vehículo (Lombard, A., et.al., 2016). No obstante, los sistemas de cámara más avanzados mediante el uso de avanzados sistemas de algoritmos no solo detectan obstáculos sino que también los identifican y predicen sus trayectorias inmediatas.

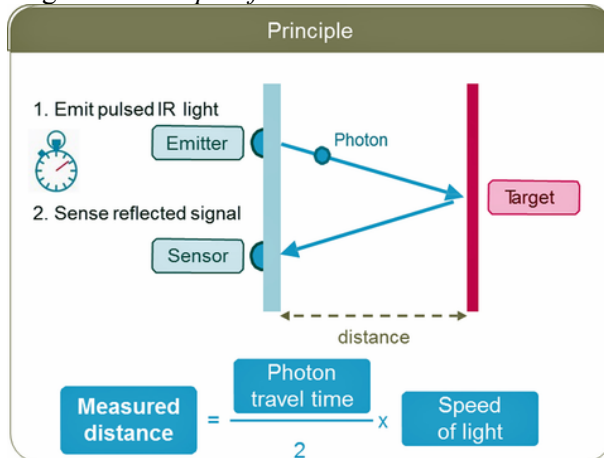
### **3.2.5. LIDAR.**

Es como los ojos y los oídos para un ser humano. Tiene capacidad de generar millones de haces de luz, ofrece una visión de 360 grados y un alcance de aproximadamente la longitud de dos campos de fútbol alrededor del coche. Basados en láser, este sensor —uno de los más conocidos y comentados— detecta formas y genera un mapa 3D del entorno del vehículo en tiempo real. Para ello se apoya inevitablemente en la información captada por las cámaras del vehículo, que permite a la unidad central de procesamiento diferenciar entre una persona, un ciclista, un motorista o, simplemente, un objeto situado en el arcén.

Es el acrónimo de Light Detection and Ranging (LIDAR), es decir, detección por luz y distancia. Se trata de un sistema láser que permite medir la distancia entre el punto de emisión de ese láser hasta un objeto o superficie (Qingquan, L., et.al., 2014). El tiempo que tarda ese láser en llegar a su objetivo y volver del mismo, determina la distancia entre los dos puntos. Esto permite generar un mapa en 3D de alta resolución para conocer el terreno en cuestión.

El escáner láser de LIDAR funciona de forma aerotransportada (ALS) y trabaja con dos movimientos: trayectoria del avión (longitudinal) y de espejo que refleja la luz que llega desde el láser (transversal). Con este escaneo se obtiene un completo mapa de puntos del entorno conociendo la geografía del espacio detallada. Para realizar sus mediciones, emplea un sistema GPS, una Unidad de Medición Inercial y el sensor láser.

El dispositivo de un LIDAR de estado sólido está integrado por una cámara para luz tenue y varios chips que ejecutan algoritmos de inteligencia artificial (IA) los cuales se pueden reprogramar sobre la marcha. Eso propicia que el sistema priorice su ubicación para dar a los vehículos una visión más perfeccionada del mundo que el propio cerebro humano. Como es sabido, este distorsiona la imagen priorizando el objeto principal y desatendiendo los espacios periféricos

Figura 2. *Principle of a lidar distance measurement*

Fuente: Sensors Magazine

Existen diferentes marcas que trabajan sobre el LIDAR, quizá el más conocido sea el LIDAR fabricado por Velodyne, pues era la marca utilizada por Google. Aquí nosotros hablamos del creado por la compañía AEye, porque este dispositivo puede emplear los datos obtenidos de su cámara de maneras diferentes; puede añadir color a las imágenes brutas del LIDAR. Marcando la diferencia con otros dispositivos, pues la mayoría de los coches autónomos procesan los datos, ya que los envían a un ordenador central para que los fusione con los datos de otros sensores. Sin embargo el AEye procesa de una manera mucho más rápida y añadir imágenes en color resulta muy útil para detectar rápidamente objetos en los que el color es importante, como las luces de freno; en segundo lugar, la cámara puede ser utilizada para determinar dónde dirigir los rayos del LIDAR. De esta manera, los algoritmos de reconocimiento de imágenes de alta velocidad ejecutados en sus chips, hacen del moderno LIDAR dirigir si la inteligencia artificial del ordenador de a bordo lo ordena, centrar la atención en automóviles, peatones o cualquier otro obstáculo (Wang, H., et. al., 2017).

### 3.2.5.1 Tipos de LIDAR

a) *Tipo fijo para parabrisas.* Consisten en una unidad bastante compacta, con unas lentes para la emisión de los haces láser y una lente para la captación de los haces reflejados.

b) *Giratorios de 360 grados.* Es un dispositivo que gira 360 grados sobre sí mismo para cubrir todo el entorno. Es la adaptación del LIDAR de tipo topográfico para uso en un automóvil.

No todos los coches optan por el sistema LIDAR, compañías como Tesla prefieren emplear cámaras de vídeo de alta definición en lugar del LIDAR. Es que como sostienen defensores de emplear cámaras en lugar de el sistema LIDAR, ya que con las cámaras se puede hacer casi de todo, y además destacan dos cuestiones que favorecen esta decisión.

Más baratas. De hecho las cámaras se han abaratado tanto que son de lo más habituales en múltiples ámbitos (por ejemplo, los Smartphone ya vienen con mas de una cámara). Es verdad que son costosas, pero abaratan el producto bastante frente al LIDAR.

Fáciles de integrar en el diseño del coche. A diferencia del LIDAR que es muy vistoso, las cámaras pasan casi desapercibidas como ocurre con algunos coches modernos con cámaras integradas. En los autos autónomos se suelen colocar en la parte superior del parabrisas, en los retrovisores, el portón del maletero o en las partes traseras cerca de las luces. Esto no implica modificar el diseño y la estética del vehículo.

El sistema Autopilot de Tesla está apoyado por ocho cámaras de vídeo repartidas por el perímetro del coche que permiten ver casi todo el entorno que le rodea.

- *Tres cámaras frontales proyectadas hacia adelante.* No todas tienen el mismo alcance con el objeto de tener mayor visión. La cámara de mayor alcance tiene un ángulo de visión estrecho, pero llega a ver a 250 m. Otra de alcance intermedio abre algo el ángulo y llega hasta 150 m. La última, gran angular, solo alcanza a ver hasta 60 m por delante.

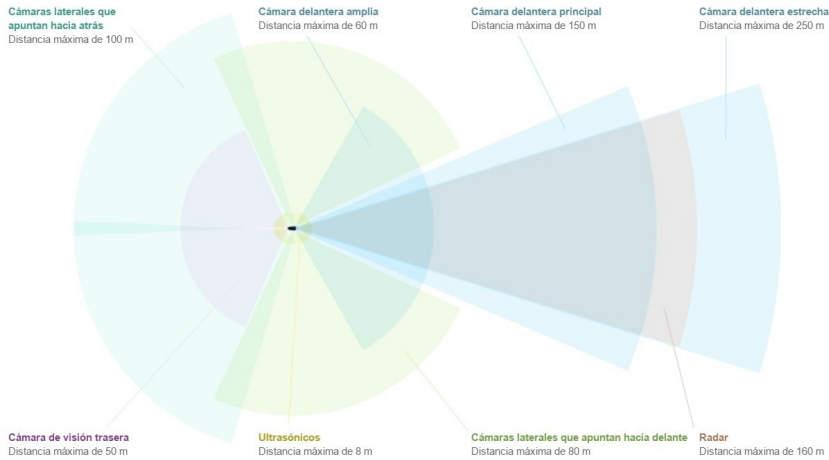
- *Dos cámaras laterales delanteras.* Desde cada lateral, izquierdo y derecho miran hacia adelante cubriendo el espacio que las cámaras delanteras no alcanzan. Logrando ver una distancia de hasta 80 m.

- *Dos cámaras laterales traseras.* En los laterales izquierdo y derecho traseros se sitúan dos cámaras teniendo una visión similar a la captada por un conductor desde los retrovisores exteriores.

- *Una cámara trasera.* Situada en el centro superior trasero del coche, cubriendo la visión similar a la vista por el conductor desde el retrovisor interior.

Teóricamente con estas cámaras es posible reconocer todo: los límites de carril y marcas viales, señales de tráfico, los vehículos que circulan por delante, por detrás o alrededor del coche (camiones, coches, motos, bicicletas), también reconocer los peatones y objetos de la calzada (Chen, Lv, et al., 2018).

Figura 3



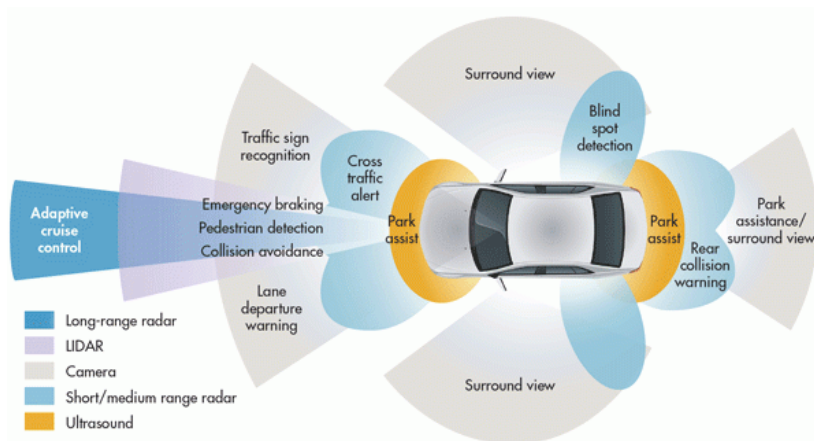
Fuente: Tesla

### 3.2.6. GPS, GLONASS o GALILEO

Son sistemas de radiolocalización y posicionamiento por satélite. Dependiendo del país que lo ha desarrollado tiene un nombre, GPS (USA), GLONASS (Rusia) o Galileo (Europa) y en los vehículos autónomos son complementarios a los sensores antedichos, pues permiten conocer la ubicación exacta del vehículo para dirigirlo hacia el destino indicado por el usuario. En el futuro, cuando todos los vehículos estén conectados y compartan su ubicación en tiempo real, el papel del GPS, el GLONASS y el galileo en la conducción autónoma aumentarán.

Los GPS, GLONASS y GALILEO también dispondrán de una IMU (Unidad de Medición Inercial del inglés Inertial Measurement Unit). La IMU se basa en un giroscopio y un acelerómetro que accede a controlar la orientación en un espacio tridimensional y la velocidad y dirección de desplazamiento (Wang, Deng y Yin, 2016). La integración de ambos sistemas es fundamental en el coche autónomo, porque la IMU aporta información de la dirección y velocidad del vehículo complementando la información proporcionada por el GPS. En aquellos casos donde el GPS pierda cobertura, la IMU tiene toda la información necesaria para saber la velocidad y la situación en cada momento.

Figura 4.



Fuente: Robotics & Automation

#### 4. Actividades mercantiles que se verán afectadas con la llegada del coche autónomo.

claro que el coche autónomo va a traer importantes y significativos cambios, posiblemente, sea la tercera revolución automovilística. Ante esta realidad, cabe preguntarse si las empresas se están adaptando ante la llegada de este fenómeno. Muchos sectores se verán alterados significativamente, emergerán unos nuevos, como acontece con los adelantos científico-tecnológicos, y otros desaparecerán o quedarán como residuales. Negocios tradicionales propios de las sociedades modernas, no tendrán sentido en la sociedad actual, mientras otros nacerán demandados por la sociedad científico-tecnológica.

##### 1. Normativas.

Ante la llegada del coche autónomo, muchos países como España se verán en la necesidad de legislar marcando el camino a seguir. Antes de ello, los legisladores deberán haber habilitado normas, porque de no ser así las lagunas legales pueden frenar la innovación o impedir su implantación al mismo nivel y tiempo que el resto de países. Otra cuestión a tener presente en las normas, es la normativa en materia de responsabilidad civil y su aseguramiento., como también la responsabilidad patrimonial de la Administración Pública o la responsabilidad penal de la persona jurídica. Ante una infracción de tráfico o un accidente quien es el responsable ¿el propietario del automóvil? ¿El creador de software? ¿Qué ocurre si el automóvil es parte de un servicio de suscripción? También entra en juego la instalación de cajas negras que determinen las causas del siniestro (Bartoli, Tettamanti y Varga 2017). En definitiva las administraciones se ven en la obligación de promover un marco legislativo riguroso.

Las ciudades verán mermados sus ingresos por multas de tráfico e infracciones, por lo tanto los entes locales, desarrollarán impuestos para este tipo de vehículos a modo que sus arcas municipales no se sientan muy resentidas. Por otra parte, los países mediante los combustibles fósiles recaudan muchos impuestos, de manera que al verse reducido el consumo, sus ingresos también descenderán. Por lo tanto, las administraciones estatales implementarán otro tipo de normativas e impuestos que incrementaran los beneficios del Estado y ayuden a cubrir los gastos que impondrá el regular estos vehículos.

## 2. Seguros

Los seguros se verán afectados por dos vías, a) al reducirse el número de vehículos particulares, habrá menos seguros, así que las aseguradoras tendrán por esta parte menos ingresos (Daziano, Sarrias y Leard, 2017). Con respecto a los vehículos autónomos, las aseguradoras deberán implementar seguros diferentes y ajustados a las normas establecidas por cada país o Estado. Ante esta posible realidad, algunas compañías norteamericanas están adelantándose y ofertan seguros denominados Usage-Based insurance (UBI), responden a criterios totalmente diferentes al sistema actual. El coste depende de la tipología de vehículo, del tiempo de uso, la distancia el comportamiento del conductor y el lugar. Probablemente esta sea una opción, habrá muchas otras sujetas a las normativas; b) las compañías de seguros al ser coches mucho más seguros entonces se reducirán los accidentes automovilísticos se ahorrarán ingentes cantidades de dinero (IIHS, 2010).

## 3. Reparación de vehículos

La reparación tradicional también se verá afectada, al haber menos accidentes y vehículos, también menos visitas al taller porque disminuirán las reparaciones de chapa y pintura, en cambio aumentarán las actuaciones de mecánica, electromecánica y mantenimiento, puesto que al ser más caras las reparaciones habrá que realizar mantenimientos preventivos evitando así, reparaciones más costosas. La experiencia tradicional de los mecánicos será menos valiosa a medida que los autos se vuelvan más conectados y dependientes del software,

más tecnológicos. En esta línea va la startup Zubie quien ofrece diagnósticos en tiempo real a los propietarios de automóviles conectados, facilitando a los conductores conocer los problemas de su vehículo antes de llevarlo a la inspección.

## 4. Ride-Hailing Service y Taxi

Los vehículos urbanos cambiarán las reglas de juego en las compañías colaborativas y del taxi (Piao y McDonald, 2008). Las compañías colaborativas ante la cercana llegada de estos vehículos ya algunas están desarrollando automóviles sin conductor como Uber, otras como Lyft se ha asociado a General Motors para construir su propia flota. Es cierto que estas compañías no tendrían que pagar a los conductores, pero tendrán que asumir otros costes, como el costo de poseer sus automóviles y un gasto por los contratistas externos. Habrá nuevos impuestos urbanos y estatales. Ahora Uber como otras compañías tiene una ventaja estructural frente a terceros por la gran



cantidad de datos de navegación y conducción que obran en su poder y que podría generar regulaciones en el tema de la privacidad del usuario.

#### 5. Planificación urbana

La mayoría de las ciudades modernas se construyeron y se construyen para satisfacer las necesidades de los automóviles. Los puentes subterráneos y elevados, las vías de tren igual, soterradas o elevadas para eludir las carreteras (Bartoli, Tettamanti y Varga 2017). Las autopistas, los puentes y túneles se han construido pensando en el volumen de coches y el transporte por carretera. Se reducirá el volumen de vehículos en las ciudades, y esto liberará mucho espacio en los centros urbanos, dedicados a garajes y aparcamiento. Entonces muchos de los espacios de aparcamiento se reconvertirán en empresas y comercios, y los edificios destinados a lo mismo, en oficinas.

Otra de las posibilidades de estos coche autónomos es el cambio de uso de las carreteras. Una red enlazada permitirá a los vehículos entrar y salir del tráfico en un flujo ordenado. Las señales de tráfico se rediseñarán y otras muchas desaparecerán. Estos vehículos podrán conducir a velocidades más altas y moverse entre sí sin problemas. Se tenderá a que los viajes cómodos y seguros conllevarán un aumento en la expansión urbana, puesto que ante esta realidad, las personas dejarán de priorizar la conveniencia de vivir próximo a los centros de las ciudades.

#### 6. Energía y petróleo

Puesto que los vehículos autónomos serán principalmente eléctricos, descenderá la demanda de consumo de combustible fósil, pero aumentará la de energía eléctrica. Respecto a como se comportará el mercado, existen distensiones, por un lado quienes manifiestan que estos automóviles nos llevarán a consumir más energía de la que tenemos actualmente, ya que la facilidad de uso nos alentará a realizar más viajes (los vehículos eléctricos seguirán aprovechando la red para obtener energía), (Folsom, 2012). Pero otros, con los elementos actuales, los conductores mirarán más por el consumo, puesto que, mientras los combustibles fósiles, hay una gasolinera cerca y tarda poco en repostar, en el coche eléctrico la situación es diferente, porque tarda más en cargar por ahora hasta que la tecnología mejore. Los propietarios dejarán los coches enchufados a la red mientras no le usan, y será la propia red quien regulará la velocidad de carga dependiendo de la demanda. Este período de transición dará a las compañías de petróleo y gas la oportunidad de cómo encajar en el nuevo ecosistema energético (Shi y Prevedourus, 2016).

#### 7. Autoescuelas

Estas son quizá las más afectadas por la llegada de los coches autónomos (Shi y Prevedourus, 2016). Al no necesitar conductor, entonces no será necesario tener licencia de conducir. Estas quedarán reducidas a un espacio testimonial, es decir para aquellos colectivos que conduzcan vehículos a modo de hobby. La generación denominada millennial optan por el uso de vehículos compartidos, Ride-hailing service, y se percibe un descenso e interés por las licencias de conducción.

## 8. Ciberseguridad

Con nuevas formas de comunicación inalámbrica, al coche autónomo surgen nuevas preocupaciones de seguridad y protección de datos para las empresas de tecnología. De manera que se abre un nuevo campo de acción para los ciberdelincuentes.

Es necesario implementar medidas para evitar los riesgos cibernéticos, porque sino es así, las interfaces de los vehículos conectados pueden utilizarse para entrar y manipular las vulnerabilidades del coche autónomo. Por lo tanto, las compañías de vehículos como de seguridad de software tendrán que desarrollar sistema de seguridad muy altos, incluso, recurrir como los antiguos baúles de los reyes que tenían varias llaves y cada una con un mayordomo.

La ciberseguridad es un área de investigación que se pasa por alto en el desarrollo de vehículos autónomos y probablemente estén esperando a que el vehículo funcione para abordar el asunto de la ciberseguridad. Tal vez, sea el momento para el desarrollo de herramientas que identificar y analizar eficazmente las amenazas de ciberseguridad y crear enfoques efectivos y hacer los sistemas de vehículos autónomos seguros (Chasel,2017).

## 9. Reparto y mensajería

Esta es una de las vías que puedan sufrir, aparentemente, un retroceso importante. No habrá repartidores porque los coches sin conductor serán los encargados de repartir los productos, paquetes, comida, sobres, etc. Los cuales bien, el propietario envía el coche a recoger el producto, o una empresa con una flota de coches autónomos se encargara, al estilo Uber, cabyfy, Deliveroo, Glovo, etc., pero sin persona de repartir los encargos. Esto implica nuevas expectativas de negocio, cambio en los modelos de distribución, etc.

## 10. Transporte urbano

Este va a jugar un papel muy importante en el transporte público. La llegada del vehículo autónomo parece que hará reducir el transporte público, porque como dicen muchos analistas ¿Para que tomar un autobús que me obliga a caminar dos o tres calles, cuando puedo tener un coche que me deja en la puerta de mi casa? Además evitan el estar sujetos al horario del autobús. Familias de varios miembros seguirán demandando transporte público, familias con destinos laborales diferentes, personas mayores, etc. (Smolnicki y Soltys, 2016). Áreas geográficas que actualmente se encuentran abandonadas por la líneas regulares serán consideradas por las líneas de vehículos autónomos, muchas personas se mudaran a las áreas periféricas de las ciudades y las personas viajarán a otras partes del país en transporte público. Esto obliga al transporte público a caminar al mismo ritmo que el coche autónomo, es decir, que evoluciones tecnológicamente (Ioannou, 2013).

## 5. Ética y vehículo autónomo

Se está extendiendo la idea de que los vehículos sin conductor serán mucho más seguros que los conducidos por los humano. Es una de las razones que inundan

el entusiasmo social, la seguridad, eficiencia y comodidad. Cabe tener presente, la seguridad de estos automóviles no será del cien por cien, porque los vehículos irán a altas velocidades, en espacios donde hay ciclistas, peatones y otros vehículos cuyas reacciones no podrán ser predecibles por dichos vehículos. Ante esta realidad, los vehículos deberán programarse con el objeto de reaccionar ante situaciones donde los accidentes son altamente probables e inevitables. Indudablemente esto lleva a cuestionarse varias plantea Por lo tanto, es necesario pensar en cómo deben programarse para plantearse varias preguntas con contenido ético; ¿deberán los vehículos autónomos estar programados para minimizar siempre el número de muertes? ¿estarán programados para salvar a sus pasajeros ? ¿ Cuáles serán los principios morales que regirán como base para determinar los algoritmos de accidentes? Estas y muchas más están en diversos foros actuales.

En este punto debe tenerse presente una comprensión adecuada de la ética. Los juicios éticos son invariablemente un tema difícil ya que ponen en juego al menos tres factores o perspectivas diferentes que incluyen (a) un estándar de evaluación o norma, (b) una situación contextual y ambiente, y (c) la relación e impacto con relación a un persona, tanto interna como externamente. Si no se toman en cuenta todos estos diversos factores de manera adecuada y correcta, puede conducir a un juicio ético reduccionista y no óptimo.

Como se ha antedicho en epígrafes anteriores, los automóviles autónomos utilizan sensores y algoritmos sofisticados para predecir la trayectoria de objetos cercanos. Los autos que conducen automóviles también pueden usar la tecnología de la información para comunicarse entre sí, logrando una mejor coordinación entre ellos en la carretera. No obstante, como apuntan Nyholm y Smids (2016) los automóviles son pesados y se mueven a gran velocidad, la física dice que a velocidades altas la capacidad de maniobrabilidad es limitada y con frecuencia el frenado será dificultoso o no lo deseado. Incluso si la comunicación entre el automóvil y los sensores y algoritmos funcionan todos correctamente, los coches no siempre tendrán tiempo suficiente para evitar colisiones con objetos con cambios de dirección repentina.

Por otra parte, no sólo intervienen vehículos de conducción autónoma, también debemos atenernos a que en la vía pública y carreteras hay peatones, ciclistas y animales salvajes, ante los cuales estos vehículos deberán estar programados. Además, circularan con vehículos conducidos por seres humanos (Van Loon y Martens 2015). Los sistemas automatizados siguen fallando notablemente ante situaciones críticas. Incluso creyendo que dichos coches son capaces de anticiparse a esos momentos. Incluso se enfrentarán a situaciones donde el coche deberá elegir entre dos alternativas, evitar una colisión y el atropello de personas o en muchas de esas elecciones, ambas opciones provocarán fallecidos, ya sean ocupantes del vehículo, peatones o ocupantes de otros automóviles. Aquí nos enfrentamos ante un dilema de gran transcendencia, se está obligando a una máquina a tomar una decisión moral sobre el comportamiento a adoptar para salvar a unos u otros, pero en todo caso

a realizar una acción que conlleva víctimas. En otros términos a quien dejar vivir. Como dice Hansson)

*The exclusion of risk-taking from consideration in most of moral theory can be clearly seen from the deterministic assumptions commonly made in the standard type of life-or-death examples that are used to explore the implications of moral theories. In the famous trolley problem, you are assumed to know that if you flip the switch, then one person will be killed, whereas if you don't flip it, then five other persons will be killed (2012:44).*

A los vehículos autónomos se los dota de unos sistemas para que tomen decisiones en fracciones de segundo con implicaciones de vida o muerte. Estos sistemas deben realizar millones de operaciones que los permita tomar decisiones de fracción de segundo, mientras están circulando. Estrictamente hablando, la toma de decisiones, moralmente más importante se hace en una etapa anterior. Se realiza en el proceso de planificación cuando se decide cómo van a programarse los vehículos autónomos para responder a escenarios de accidente. Por lo tanto, *las decisiones* adoptadas por los vehículos proceden de haber programado las decisiones ante situaciones de ese orden.

Las decisiones moralmente relevantes son decisiones prospectivas, o planificación de contingencia, por parte de los seres humanos. Se imagina que una persona está en la situación mientras está sucediendo. Y dispone de una fracción de segundo. Esto es una toma de decisiones en una fracción de segundo. A diferencia de estas, están aquellas que podemos denominar de disposición, que cuando se programan se realicen pensando en dar respuesta a diferentes tipos de escenarios que puedan surgir (Purves, Jenkins, Strawser, 2015).

## 6. Conclusiones

Tal y como se están desarrollando la industria tecnológica y su relación con el coche autónomo se divisan escenarios muy diferentes a los actuales. La transformación de la sociedad tendrá un mayor impacto a los acaecidos con la llegada del vehículo convencional. La sociedad se verá recompensada con una menor contaminación, pues los AV (Autonomous Vehicles) en su mayoría serán eléctricos. Un informe del Intelligent Transportation Society of America prevé que en los próximos 10 años, hasta que estos coches se popularicen en el mercado, la reducción de gases de efecto invernadero será entre 2 y 4 puntos porcentuales. Los ciudadanos viajarán más seguros, mientras podrán realizar otras tareas dentro de los vehículos cuando circulan. Aumentará la movilidad de los ciudadanos, pues se abaratarán los costes. Las ciudades necesitarán nuevos planes urbanísticos al disponer de más espacios, las carreteras también se verán afectadas, en definitiva, más calidad de vida de las personas. Ahora bien, todavía quedan muchos retos y desafíos que deben

solventar estos vehículos, como la seguridad del software, que no está claro evitar los ciberataques. Leyes y normas que establezcan la responsabilidad de los vehículos ante infracciones y accidentes. Establecer las políticas operativas para la utilización y desarrollo mercantil de los vehículos con sus correspondientes seguros de responsabilidad civil. Quizá el mayor reto resida en dotar de esa inteligencia ética a los vehículos que sepan discernir ante un problema ético, cómo en una situación de atropellar a un peatón o chocar con otro vehículo donde puede, qué decisión es la más acertada.

Otro aspecto a tomar en consideración, reside en la diferencia existente entre Vehículo autónomo (Autonomous Vehicle, AV) y coche sin conductor (Driverless car, DC). El coche sin conductor es una etapa más avanzada al AV. En los coches sin conductor desaparecerán por completo, por supuesto el conductor, el volante, los pedales, las marchas y demás dispositivos tradicionales en la conducción del vehículo. Utilizará sistemas de sensores, radar seguimiento mediante GPS u otro sistema similar. Estos vehículos serán solicitados vía teléfono, app o cualquier aplicación donde se ingresará el destino y el resto lo hará el vehículo sin conductor. Mientras en los coches autónomos vienen a ser como los automóviles actuales, asientos, volante, marchas pero que sustituirán a los conductores en determinadas circunstancias. Como se ha dicho ha ido exponiendo a lo largo del texto, existen muchos elementos de autonomía; estacionamiento automático, control de crucero adaptable, ajuste de velocidad manteniendo distancia de seguridad, y frenado automático. Pero aun se está lejos de el coche autónomo y el coche sin conductor. Quizá la cuestión fundamental en la diferenciación entre ambos conceptos, vehículo autónomo y coche sin conductor se encuentre en la *propiedad personal*, en el coche autónomo el individuo todavía tiene que decir frente a la conducción, en el vehículo sin conductor no. El individuo es un mero consumidor donde pierde la propiedad sobre el objeto en el proceso de conducción.

Dado el caso cuya siniestralidad sea de casi del cien por cien, continúa un factor prácticamente imposible de controlar: los imprevistos que surgen cuando introducimos a peatones o elementos ajenos al control y la predicción de las máquinas.

Es posible concebir un automóvil como una herramienta cuya función principal es llevar a las personas del punto A al punto B de forma segura y eficaz. Empero, existen pocas dudas que un vehículo pueda ser conducido por una persona y utilizarlo para cometer crímenes, como atropellar a una persona, lanzarlo contra un supermercado, etc.

Cabe preguntarse, si el ser humano está preparado para ceder control a los coches autónomos, y en caso de hacerlo, asegurarse que a medida que se cede más control del funcionamiento al coche autónomo, se establezcan estructuras y programas éticos que protejan, la vida humana, la sociedad y la propiedad ante estos nuevos compañeros.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Alonso L, Milane's V, Torre-Ferrero C, Godoy J, Oria JP, De Pedro T. (2011). Ultrasonic sensors in urban traffic driving-aid systems. *Sensors* 11:661–673
- Bartoli,C., Tettamanti, T. & Varga, I. (2017). Critical features of autonomous road transport from the perspective of technological regulation and law, *Transportation Research Procedia*, 27:791-798. 10.1016/j.trpro.2017.12.002.
- Brummelan, J., Van, et. al. (2018). Autonomous vehicle perception: The technology of today and tomorrow, *Transportation Research Part C*, 89: 384-406. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2018.02.012>
- Chasel, L. (2017). Grabbing the Wheel Early: Moving Forward on Cybersecurity and Privacy Protections for Driverless Cars. *Federal Communications Law Journal*,. 69 (1): 25-52.
- Chen, Lv, et al. (2018). Analysis of autopilot disengagements occurring during autonomous vehicle testing, *Journal of Automatica Sinica IEEE/CAA* 5(1): 58-68. 10.1109/JAS.2017.7510745
- Daziano, R, Sarrias, M. & Leard, B. (2017). Are consumers willing to pay to let cars drive for them? Analyzing response to autonomous vehicles, *Transportation Research Part C*, 78:150-164. 10.1016/j.trc.2017.03.003
- Folsom T. (2012). Energy and autonomous urban land vehicles. *IEEE Technol Soc Mag* 2:28–38
- Goodall, N.J. (2016). Can you program ethics into a self-driving car? *IEEE Spectrum*; 53 (6): 28-58.
- Hansson S.O. (2012). A panorama of the philosophy of risk. In: Roeser S, Hillerbrand R, Sandin P, Peterson M (eds) *Handbook of risk theory*. (pp. 27–54), Springer Science, Dordrecht.
- HIS. (2010). New estimates of benefits of crash avoidance features on passenger vehicles, In: report, S. (Ed.), (pp. 4–50) Insurance Institute for Highway Safety,
- Ioannou, P. (ed.) (2013). Automated highway systems. *Springer Science & Business Media*

- Lombard, A., et al (2016) Lateral Control of an Unmanned Car Using GNSS Positioning in the Context of Connected Vehicles, *Procedia Computer Science*, 98:148-155. 10.1016/j.procs.2016.09.023
- Loon RJ van & Martens MH. (2015). Automated driving and its effect on the safety ecosystem: how do compatibility issues affect the transition period? *Procedia Manuf*, 3,3280–3285. Doi: 10.1016/j.promfg.2015.07.401
- Milchelferder, D.P. (2018). Risk, disequilibrium, and virtue, *Technology in Society*, 52:32-38. DOI: 10.1016/j.techsoc.2017.01.001
- NHTSA. (2013). [http://www.nhtsa.gov/About±NHTSA/Press? Releases/U.S.? Department?of? Transportation? Releases? Policy?on? Automated?Vehicle?Development](http://www.nhtsa.gov/About+NHTSA/Press+Releases/U.S.+Department+of+Transportation+Releases+Policy+on+Automated+Vehicle+Development).
- Nyholm, S. & Smids, J. (2016). The Ethics of Accident-Algorithms for Self-Driving Cars: an Applied Trolley Problem? *Ethic Theory Moral Practice* 19 (5): 1275-1289 <https://doi.org/10.1007/s10677-016-9745-2>
- Piao J, & McDonald, M. (2008). Advanced driver assistance systems from autonomous to cooperative approach. *Transp Rev* 28:659–684
- Purves D, Jenkins R & Strawser BJ. (2015). Autonomous machines, moral judgment, and acting for the right reasons. *Ethical Theory Moral Pract* 18:851–872
- Qingquan, L. et.al. (2014). Motion Field Estimation for a Dynamic Scene Using a 3D LiDAR. *Sensors*, 14 (9): 16672-16691. 10.3390/s140916672.
- Ring, T. (2015). Feature: Connected cars– the next target for hackers, *Network Security*, 11:11-16. 10.1016/S1353-4858(15)30100-8.
- Shi, L & Prevedouris, P. (2016). Autonomous and Connected Cars: HCM Estimates for Freeways with Various Market Penetration Rates, *Transportation Research Procedia*, 15:389-402. 10.1016/j.trpro.2016.06.033
- Smolnicki, P.M. & Soltys, J. (2016). Driverless Mobility: The Impact on Metropolitan Spatial Structures, *Procedia Engeniering* 161:2184-2190. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.08.813,
- Tesla. (2018). Autopilot. [https://www.tesla.com/es\\_ES/autopilot](https://www.tesla.com/es_ES/autopilot)

- Wang, H., et. al. (2017). Pedestrian recognition and tracking using 3D LiDAR for autonomous vehicle, *Robotics and Autonomous Systems*, 88:71-78. 10.1016/j.robot.2016.11.014
- Wang, S., Deng, Z. & Yin, G. (2016). An Accurate GPS-IMU/DR Data Fusion Method for Driverless Car Based on a Set of Predictive Models and Grid Constraints, *Sensors*, 16, (3): 280. <https://doaj.org/article/a2eedb4ddb74f83b88007e2f5a9adc9>
- Weber, M. (2014). Where to? a history of autonomous vehicles. Available at <http://www.computerhistory.org/atcm/where-to-a-history-of-autonomous-vehicles>.