



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

IMPLICACIONES DE LA AUTOMATIZACIÓN EN EL TRASPORTE

UN ANÁLISIS MULTIDISCIPLINAR

Trabajo de fin de grado

Autor: Cristina Medem Rubio

Curso: 5º E3C

Métodos cuantitativos

Tutor: José Luis Arroyo

Madrid

JUNIO 2020

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	MOTIVACIÓN.....	4
3.	OBJETIVOS.....	5
1.	METODOLOGÍA.....	5
2.	MARCO TEÓRICO.....	6
2.1	La industria.....	6
2.2	Evolución del automóvil.....	6
2.4	El proceso de automatización.....	11
2.5	Niveles de automatización.....	13
3.	ANÁLISIS MULTIDISCIPLINAR DE LA AUTOMATIZACIÓN EN EL SECTOR TRANSPORTE.....	22
3.1	Implicaciones éticas y filosóficas.....	23
3.2	Implicaciones jurídicas.....	32
3.3	Implicaciones en la rama de los seguros.....	40
3.4	Implicaciones comerciales.....	44
4.	CONCLUSIÓN.....	49
5.	REFERENCIAS.....	52

1. INTRODUCCIÓN

La conducción autónoma estará al servicio de la sociedad a finales del siglo XXI como una herramienta que nos permitirá no solo desplazarnos de un lugar a otro como nos han permitido los coches tradicionales si no que, además, permitirá mejorar la seguridad vial pues probablemente se sufrirán menos accidentes y disminuirá el tiempo medio que un ciudadano malgasta por culpa del tráfico.

Los fabricantes de automóviles y muchas de las empresas mas importantes del mundo dentro del sector tecnológico, están invirtiendo en investigación y desarrollo para poder alcanzar el gran hito de la conducción autónoma. Esta investigación avanza a pasos agigantados, pero no podemos olvidarnos de como será la tolerancia de los conductores en relación a este nuevo sistema de conducción y es que para la sociedad no supone un cambio cualquiera, al revés.

Se han realizado diversas encuestas en Estados Unidos, Alemania y China con el fin de conocer si las grandes inversiones que se están realizando en los sistemas de conducción autónoma tendrán su contrapartida en la demanda del mercado. Los resultados muestran una enorme diferencia de aceptación de esta tecnología en los diferentes países: mientras que los chinos confían en su mayor parte en ella, los alemanes y los estadounidenses son bastante más reticentes a encargar la conducción a un sistema automático (García, 2020)

Los coches autónomos harán posible viajar a todos, independientemente de las habilidades o condiciones de cada uno, pero, pesar de que aparentemente todo sea positivo y así lo muestren la mayoría de estudios, es cierto que todos ellos sugieren que puede haber ciertos motivos de preocupación pues hay muchos temas que no podemos pasar por alto y que han de ser resueltos antes de la implantación definitiva de este nuevo sistema de conducción.

La conducción autónoma cambiará de forma radical la manera en la que percibimos la conducción y por ello, será necesario estudiar las diferentes conductas humanas que surgirán a raíz de este fenómeno ya sea por el mal uso, el desuso o el uso excesivo de la automatización. Sin dejar de lado las impresionantes demostraciones y los avances técnicos, quedan muchos obstáculos y desafíos que superar y que requerirán a los fabricantes de algún tiempo para ser totalmente superados.

Por otro lado, la diferencia entre el papel que juega un conductor en un coche manual respecto de un coche autónomo es clara y ha de ser también estudiada, pues en el coche manual el individuo conduce y en el autónomo el individuo no conduce. Actualmente, ya se producen coches automatizados, aunque no todos presentan los mismos niveles de automatización. El nivel de automatización aumenta cuando la conducción llega a las autopistas (Casner, Hutchins & Norman, 2016). Este último punto abarcará una gran parte de nuestro estudio pues no podemos olvidarnos de dar respuesta al gran cambio en la responsabilidad del conductor pues no es lo mismo que no conduzca, que conduzca parcialmente o que lo haga de manera plena como lo viene haciendo con el coche tradicional.

A través de este estudio queremos plantear la idea de que la automatización plena deje de ser una mera utopía y pase a ser una realidad teniendo en mente que será necesario realizar grandes esfuerzos de investigación y de desarrollo para mejorar su rendimiento.

2. MOTIVACIÓN

El hecho de que el comercio, pilar básico de nuestra economía, pueda desarrollarse de manera nacional e internacional se debe principalmente al transporte. Por ello, es importante conocer el gran cambio que va a sufrir el sector de la automoción pues este tendrá incidencias directas en prácticamente todas las ramas existentes de nuestra sociedad, incluido el comercio.

Sí preguntáramos a alguien hace 10 años sí se imaginaba viviendo como actualmente lo hacemos y que la tecnología iba a ser capaz de cambiar nuestra forma de vida como lo ha hecho, obtendríamos una respuesta negativa. El tema que se ha elegido es otro de los grandes ejemplos que nos dejan ver que la tecnología es prácticamente capaz de cambiarlo todo, algo realmente positivo, pues nos obliga a estar alerta constantemente frente a los posibles cambios, desafiándonos para ver si somos capaces de adaptarnos a nuevas formas de vivir, trabajar y movernos.

El tema de los coches autónomos no deja de ser tema de actualidad y es por eso que se plantea la pregunta de si realmente habrá un día en el que moverse sin conductor va a ser percibido como algo normal y cotidiano pues hace 10 años tampoco se imaginaba nadie

que sería normal llevar un aparato en nuestros bolsillos que fuera capaz de hacer tantas cosas, y actualmente lo llevamos siendo lo raro el no llevarlo y no al revés.

El hecho de que probablemente en quince años aproximadamente, se implante esta nueva forma de conducción nos lleva a preguntarnos como serán las consecuencias prácticas, qué ramas quedarán afectadas directamente y si la solución que se plantea a estos problemas prácticos podría ser la misma para otras formas de transporte como puede ser el transporte público, transporte aéreo o marítimo.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivos generales

El objetivo del presente trabajo es poder estudiar como se van a adaptar todos los sujetos que juegan alrededor del sector automovilístico cuando este avance tecnológico que conforma uno de los campos de la cuarta revolución industrial termine por establecerse y permita que podamos ser desplazados sin conductor.

Es necesario estudiar todos estos cambios pues esta posibilidad que se va a implementar en la movilidad va a afectar a todos los sectores y todos los niveles.

3.2 Objetivos específicos

Apreciar y analizar las distintas implicaciones de la automatización del sector automovilístico.

1. METODOLOGÍA

El procedimiento que se va a llevar a cabo para realizar la investigación es el siguiente: Se realizará un estudio basado en una revisión sobre la literatura existente sobre el sector automovilístico en todos los continentes, profundizando en el continente europeo.

De esta primera investigación, situaremos el marco teórico, al alcance del entendimiento de cualquier persona que se disponga a leer este trabajo, posea o no conocimientos sobre economía.

Una vez realizado el análisis nos habremos podido ubicar en tiempo y lugar y por ello, se pasará a estudiar diferentes ramas de la economía en donde puede afectar este radical cambio. Este estudio, nos permitirá entender el normal funcionamiento del sector automovilístico y nos podrá dar respuesta a ciertas dudas sobre como se adaptará a futuros acontecimientos originados por los avances tecnológicos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 La industria

El sector del automóvil se ha caracterizado por ser una de las industrias mas dinámicas durante las últimas décadas dentro del panorama internacional (Cohen, 1981). Las empresas líderes del sector, han estado buscando la constante mejora en sus productos, intentando hacerlos cada vez mas competitivos a través de la introducción de nuevos procesos productivos. En este último siglo XX, las grandes empresas que lideraban el mercado han perdido protagonismo debido a la penetración de las empresas japonesas que se han adentrado con marcas fuertes como Toyota y Honda (Blanco, 2007)

La industria automotriz se caracteriza por la constante innovación tecnológica, por un lado, de los tradicionales líderes del sector, General Motors, Chrysler y Ford principalmente (que sufrieron grandes estragos en su momento para poder hacer frente a esta nueva competencia y para mantener su posición en el mercado) y por el surgimiento de estas nuevas empresas japonesas que han provocado la reconfiguración del mercado.

2.2 Evolución del automóvil

El automóvil tiene su inicio en los carros autopropulsados que surgen en Gran Bretaña y Estados Unidos. Estos carros permiten remplazar los carruajes de caballos, que constituían la principal forma de transporte. El ingeniero Joseph Cugnot fabricó el primer

automóvil autopropulsado que se caracterizaría por su destino al uso militar y sus tres ruedas. En el año 1789, se concedería la primera patente a un inventor estadounidense, Oliver Evans, que crearía el vehículo de vapor (Muñoz, 1993).

La historia del automóvil quedaría marcada por la primera venta de los automóviles de Gottlieb Daimler, que se centró en vender automóviles con intención de financiar sus futuras creaciones. El auto de Benz se convertiría en su primer producto de éxito, con su modelo de tres ruedas, lo que originaría el comienzo de la industria automovilística. Los vehículos a vapor, paralelamente seguían siendo construidos por ingenieros franceses. En 1889 en una la Exposición Universal (París) es cuando estos dos ingenieros descubren el motor de Daimler. Al conocer este motor, rápidamente se encargan de solicitar los derechos para poder copiar este diseño y después de un año consiguen obtener un automóvil con ese mismo motor, como lo había conseguido años anteriores, Daimler. Los ingenieros franceses, terminan por vender los derechos aquel vehículo que habían creado a la firma Peugeot, que se convertiría en el primer fabricante en serie del mundo, siguiéndole Benz.

En 1901, después de que las leyes británicas paralizaran el avance de la industria en Gran Bretaña durante unos años a través de un intento de monopolización de los derechos exclusivos de fabricación de Daimler en las manos del British Motor Syndicate, consigue reanudarse. Paralelamente, en el año 1900, Benz se convierte en el principal fabricante de automóviles de Europa con 2500 unidades vendidas en ese mismo año (Adeney, 1989).

En el año 1913, Alemania ocupaba el tercer lugar en cuanto a términos de producción, los británicos, por otro lado, consiguen crecer notablemente en esta industria, sin embargo, no consiguen alcanzar a los franceses que consiguen un crecimiento del 200% en ese mismo año. Además, Estados Unidos y su época dorada permitirán insertar eficientes métodos de producción masiva que superarían los volúmenes europeos.

Tras la I Guerra Mundial, las firmas crean modelos más baratos y eficientes pues la población ha perdido su poder adquisitivo. Tanto Henry Ford como William Morris (Santos, 2018) se encargaron de crear modelos exitosos que daría lugar en la década de los 40 a la expansión del método de fabricación en serie y a la implantación de modelos mas eficientes y menos contaminantes. Desde el inicio de los años 70, las innovaciones

tecnológicas han sucedido de manera constante en el tiempo alcanzando unos niveles de confort y seguridad inimaginables gracias a la aplicación de una tecnología avanzada. La normalización del hecho de tener un coche propio y el deseo de crear coches cada vez más rápidos provocó por un lado el aumento del número de coches en la carretera y con ello, el aumento del número de accidentes de tráfico, pero también la necesidad de crear vehículos más seguros. Por ello, se crearían los cinturones de seguridad, los airbags y en los años 90 la introducción de innovaciones en materia de seguridad activa, como el ABS (sistema antibloqueo de frenos) y el ESP (control electrónico de estabilidad).

Actualmente, habiendo alcanzado el objetivo de crear vehículos cada vez mas confortables y que aprovechen mejor el espacio, en los últimos años la preocupación se ha trasladado a cómo aminorar el daño que el vehículo causa al medioambiente. Por ello, han surgido los coches eléctricos y otros prototipos, los que funcionan a base de hidrogeno, entre ellos. Es evidente que la electrónica cada vez juega un papel más importante en la industria automovilística y esto mismo será el objeto de nuestro estudio pues actualmente existen coches que tienen la capacidad de aparcar o reducir la marcha en caso de peligro de manera autónoma pero el objetivo final es crear automóviles que prácticamente lo hagan todo de manera autónoma y saber como esto mismo va a ser regulado en la sociedad.

2.3 Las corrientes que cambiaron la industria

El Taylorismo

Frederick W. Taylor eliminó el grado de improvisación que se venían realizando en el proceso de fabricación de los automóviles (Rodríguez Carrasco, 2015) No existía ningún control sobre el tiempo o forma de hacer las cosas, solo se controlaban los resultados. Por ello, el Taylorismo estudia la necesidad e introduce la división de las tareas. Era necesario identificar los procesos y definirlos. El hecho de dividir las tareas permitiría la especialización técnica de los trabajadores en el desempeño de su puesto de trabajo. El principal cambio de este sistema estaría en la desaparición de la figura de artesano, el aumento en el grado de especificación y la eliminación pérdidas de tiempo pues no habría lugar para la improvisación.

El Fordismo

La empresa Ford cambiaría la manufacturación de los vehículos a través de la creación de la línea de montaje. Con ello, se consiguió la fabricación masiva de vehículos estandarizados, reduciendo con ello los costes unitarios de producción. El fordismo se caracterizó por la creación de un sistema de producción innovador para el producto en cuestión, el automóvil, que dejó de ser un producto enfocado solo algunos millonarios para convertirse en una herramienta popular para todas las personas. Para que estas personas pudieran acceder al precio estos productos, consecuentemente era necesario que los costes para la empresa Ford disminuyeran. Esto fue posible gracias al surgimiento de un modelo basado en la línea continua de ensamble que permitía la producción en serie, refuerzo de la idea propuesta por Taylor. Las principales características del fordismo fueron la producción en masa de bienes homogéneos y estandarizados y el control expost de la calidad de estos bienes terminados. (Womack, Jones & Roos, 2007)

Además, esta gran capacidad de producción de Ford, muy superior en términos cuantitativos a la demanda, mejoró el poder adquisitivo de la población y con ello, junto con la reducción de los costes de los salarios y los altos niveles de consumo permitieron el alcance de economías de escala.

El Toyotismo

La crisis del petróleo (1973) causó la pérdida de fuerza del modelo Fordista. El declive de Estados Unidos tuvo mucha relación con la pérdida de esta fuerza y con el ascenso del toyotismo que combinaba la lógica de la producción artesanal con la de la producción en serie (Álvarez, 2013).

El mundo comienza a prestar atención a la industria japonesa. Taiichi Ono se convertirá en el impulsor de una teoría totalmente distinta a la que defendía el Fordismo. La teoría de “Just in Time (JIT)” defiende la necesidad de tener un stock 0, lo que provocaría la disminución en costes de tiempo y almacenaje. La reducción en los costes provocaría que automáticamente se bajaran los precios, algo que se diferenciaba también del fordismo

pues este sistema tendía en primer lugar a producir de manera masiva un mismo producto sin ningún tipo de discreción (hubiese o no demanda) y a aumentar los salarios en vez de bajar los precios cuando los costes quedaban reducidos por las mejoras en los sistemas de producción (Mortimore, 2005)

El Toyotismo, que se conoce a través de la empresa Toyota, permitiría que el trabajador pudiera realizar diversas tareas al mismo tiempo, lo que provocaría una mejora en su bienestar mental, pues entendería la importancia su rol dentro de la organización.

Con todo ello, se insertó el concepto de flexibilidad laboral pues la necesidad de empleados variaría en función de la demanda. El control de calidad sería aún más exhaustivo dejando a tras el control ex-post y mejorándolo con la implantación de un sistema de control que permitiera detener productos defectuosos con suficiente tiempo.

Actualmente, este sistema presenta algunas mejoras logradas a lo largo del tiempo, pues como se viene diciendo, la industria siempre esta en constante cambio. Existen modelos que refuerzan este sistema, el sistema “Lean manufacturing”, entre otros.

El Postfordismo

Este sistema es el que tiene mayor uso en la actualidad, proviene del fordismo (de ahí surge el nombre) pero presenta diferencias específicas respecto a él. El Posfordismo se encarga de definir diferentes segmentos de entre los consumidores en función de sus necesidades, mientras que el fordismo se basaba en la producción masiva de un único producto para una única clase social. Por ello, este sistema se caracterizará por la diversificación de productos (Lipietz, 1994)

El Postfordismo se caracterizará por el concepto de línea de producción fragmentada en donde cada proceso productivo tiene un toque personal y el trabajo se realiza de forma especializada.

El Taylorismo digital

Durante lo sucedido con los artesanos durante la época del taylorismo, los autores hacen una analogía y surge el Taylorismo digital (Sotelo, F. H, s.f). Muchos procesos que

anteriormente no eran mecanizables actualmente están siendo reemplazados por la inteligencia artificial y ya no precisan de ese factor de creatividad e ingenio. Estos factores han sido reemplazados por procesos informáticos que se encargan de tomar decisiones. Esta mecanización en los procesos permite la reducción de costes principalmente por la posibilidad de mover o reemplazar estos mismos de manera muy sencilla. Todo ello presenta una inevitable consecuencia y es la disminución en la demanda de mano de obra cualificada (Lauder & Ashton, 2011).

Para saber un poco más acerca de este sistema, mencionaremos que es un proceso caracterizado por la formación de estructuras complejas de trabajo en las que cada equipo y trabajador tienen cometidos muy concretos. Después todas estas tareas se integran y se van pasando pruebas, en el caso de los programas o sistemas, para evaluar el conjunto hasta dar con el producto final.

2.4 El proceso de automatización

Los vehículos autónomos son capaces de reducir el tráfico, dar respuestas más rápidas y reportando con todo ello efectos positivos en relación con la contaminación pues esta conducción es más previsor y permite un consumo menor de combustible. Su aparición se remonta a Estados Unidos (siglo XX) cuando el abaratamiento de los costes del proceso productivo y la popularización del automóvil permitieron establecer una proyección inmensa hacia el futuro, en relación a esta industria. En el año 1939 aparecerán los primeros signos de automatización con la creación del primer coche eléctrico caracterizado por circuitos integrados en el pavimento de la carretera. En los años 50 (Xataca, 2016), de nuevo en Estados Unidos sufre un fuerte crecimiento la industria del automóvil, pero todavía la tecnología no es capaz de conseguir que los coches conduzcan solos.

Sin embargo, los ingenieros, fabricantes e incluso universidades y empresas de gran reconocimiento como Google seguirían detrás de lograr el objetivo de “coches sin conductor”. En 1994 se consigue lograr el gran hito en la historia cuando se logra que dos coches sean capaces de conducir forma autónoma en una autopista en París. Los coches demostraron ser capaces de realizar cambios de un carril a otro de manera autónoma y con una intervención humana muy reducida.

La automatización

Se define la automatización como el proceso que permite a las maquinas realizar un número determinado de operaciones para facilitar diferentes variables en un proceso, limitando la intervención humana (Sánchez, 2017).

El sector automotriz ha tenido que hacer frente al gran reto de juntar automatización y trabajo manual de una manera adecuada, así como la correcta identificación de los procesos sensibles que son convenientes de automatizar.

Un proceso automatizado integra fuentes de energía, infraestructura de equipos, uno o varios programas de instrucciones (definen acciones a desarrollar), arquitectura del sistema de control definiendo requerimientos de sensórica, instrumentación, controladores lógicos programables y sistemas de supervisión, de acuerdo con los requerimientos del proceso y finalmente, el sistema de control que integra y ejecuta el programa de instrucciones del sistema automático (Vallejo, 2006).

Cuando hablamos del concepto de automatización según la RAE hacemos referencia todo aquello que implique al efecto de automatizar¹. Hemos de tener en cuenta que no es concepto absoluto si no que existirán diferentes grados de automatización y por ello, pasaremos a estudiar estos grados en el sector del automóvil. Nos encontramos desde modelos que ofrecen una asistencia meramente informativa a los conductores hasta algunos que pueden controlar el vehículo durante largos periodos de tiempo e incluso pueden llegar a tomar el control en situaciones de riesgo.

Ahora bien, todos los vehículos autónomos presentan los siguientes elementos comunes: Sensores, ordenadores y conversores de señales eléctricas.

a. Sensores

Los sensores se encargan de convertir las magnitudes físicas en señales eléctricas. El primer sentido del que gozó el vehículo autónomo fue la vista. Los vehículos

¹ Convertir ciertos movimientos en movimientos automáticos o indeliberados.

semiautónomos de Tesla, por ejemplo, disponen de ocho cámaras que se encargan de mirar al exterior y garantizar la seguridad.

Los sensores no tienen que ser necesariamente cámaras, de hecho, existen otros sensores en los coches autónomos que les permiten percibir el entorno, y así pueden ser capaces de medir las distancias.

b. Ordenadores a bordo

Estos “ordenadores” también son conocidos como el GPS y sensores que dotan al vehículo de un extraordinario sentido de la orientación, guiándoles por el camino por el que el coche ha de conducir para llegar a destino. Gracias a la inteligencia artificial se pueden aplicar métodos que permiten crear algoritmos que quedan almacenados en chips. Se espera que estos nuevos dispositivos puedan ser capaces de guiar a estos automóviles incluso a través del tráfico.

c. Conversores

Se encargan de proporcionar la fuerza suficiente para mover o actuar sobre otro dispositivo mecánico a través de la conversión de señales eléctricas desde una la unidad de control. Estos conversores se conocen también como actuadores. Son una parte fundamental de la electromecánica y la mayoría de ellos se constituyen como motores eléctricos que través del sistema de control se incorporan al vehículo captando la posición exacta del pedal en cada momento comunicándole a su vez al módulo que varíe el nivel de apertura o cierre. (Madrazo, 2016)

2.5 Niveles de automatización

Como veníamos aclarando no todos los vehículos presentarán el mismo grado de automatización. Pasaremos a estudiar los diferentes niveles de automatización, que irán

desde simples consejos recibidos por el conductor hasta la pérdida total del control por parte del conductor, en donde el coche es totalmente autónomo.



Figura 1: Niveles de automatización del vehículo

Fuente: Vehículos automatizados para la seguridad. (s.f) NHTSA web

El conductor asume todo el control, pero se deja aconsejar por la tecnología

La navegación GPS

El primer tipo de automóvil que presenta signos de automatización no parece en absoluto un resultado de automatización pues ni si quiera es capaz de hacerse cargo de los controles del coche, es el conductor el que se encarga de realizar el proceso de conducción mientras recibe consejos a través de los sistemas de navegación, anteriormente citados como ordenadores a bordo, que tienen la función de dar indicaciones de cómo llegar de un punto a otro. El conductor solo tiene que preocuparse de confiar en los mapas e indicaciones que se le aparecen junto con las indicaciones.

Estos dispositivos parecen ser sencillos y útiles, pero después de realizar varios exámenes se ha podido relacionar a muchos de ellos con problemas de seguridad. En primer lugar, como bien sabemos estos sistemas, se han de programar y es por ello que el conductor pierde atención en la labor de conducir. Además, existe un segundo problema de atención, que igual no es tan evidente, pero es un hecho: la disminución o falta de participación activa del conductor en largos periodos de tiempo al volante en donde el conductor percibe que no es necesaria su completa atención. Existe una amplia evidencia (Casner &

Schooler, 2014) incluso encontrada en los pilotos de aerolíneas que cuando se utilizan sistemas de navegación avanzados y todo esta planeado nominalmente, se involucran con pensamientos no orientados a la tarea, el denominado “vagabundeo mental”, una vez marcado el camino, los conductores se despreocupan de la tarea.

El GPS muestra como en los sistemas de automatización se presentan ciertos signos de fragilidad, pues pueden resolver la mayoría de problemas hasta que se encuentran con un caso difícil y dejan de ser útiles. El famoso caso del conductor en Inglaterra es ejemplificador de lo que venimos afirmando pues una confusión en la ruta de una carretera provocó que el coche diera una vuelta por un acantilado. Este fenómeno ha pasado a ser acuñado como “errores garrafales fáciles” (Wiener & Nagel, 1988). Podríamos preguntarnos que provocó que el conductor no se diera cuenta de que estaba circulando por un acantilado, pues la diferencia entre una carretera y un acantilado es más que clara. Y es que, nuestra confianza se ve aminorada cuando sentimos que la automatización sabe que es lo mejor siempre y que es capaz de pensar mejor de lo que lo hacemos nosotros. Los sistemas de navegación son un excelente ejemplo de que esta tecnología introduce complicaciones en los factores humanos que no se prevén en un primer momento pero que una vez salen a la luz, conllevan incisiones críticas en la seguridad al volante. Saber a donde se va a veces parece empeorar la situación.

Sistemas de advertencia para el conductor

Los sistemas de advertencia podrían dividirse en sistemas de alarma y de altera. Son aquellos que nos informan sobre la presencia de un problema, algo que estamos haciendo o que estamos a punto de hacer mal. Ejemplo de ello son las alarmas sobre el exceso en el límite de velocidad o los sistemas de advertencia de la salida de un carril cuando este carril esta ocupado por otro vehículo. En estos sistemas sucede algo muy similar que en los sistemas de navegación y es que los conductores sufren mayor distracción en periodos prolongados al volante, confiando en que serán estos sistemas los que les avisarán de que están haciendo algo mal, sin tener que fijarse por sí mismos como esta siendo su conducción y sí puede surgir un problema. Dejarlo todo en la mano de estos sistemas no es algo positivo pues además de la pérdida de atención del propio conductor anteriormente comentada, estos sistemas presentan también algunos fallos a la hora de

alertar ya sea por no considerar que existe una situación alarmante o porque alerten demasiado. Estas alertas son diseñadas por ingenieros que tienden a minimizar el efecto de sobresalto que sufre el conductor cuando es alarmado. Ahora bien, estas alertas no dejan de causar una respuesta fisiológica en el conductor que difícilmente se puede evitar. Aunque suene paradójico, recibir información al volante no es una tarea fácil y es que, por un lado, existe esa necesidad de los conductores de ser informados sobre cómo esta siendo su conducción, el estado de la carretera, del automóvil y de los otros vehículos, pero a veces demasiada información conlleva a la falta de atención y aumento de distracción. Existen diversos estudios que enfocan la solución a este problema a través de la priorización de determinadas alertas, dejando sólo las más significativas. Sin embargo, estos estudios siguen en fase de investigación.

El conductor deja de asumir el control del vehículo

En este apartado, pasaremos a estudiar el fenómeno de la automatización que supone ese gran salto entre los coches manuales (donde el conductor ha de estar totalmente involucrado) y los coches con autonomía completa (el vehículo opera de manera totalmente independiente) en donde dejaremos atrás el tener que “conducir” para pasar a “ser conducidos”. Para poder desplegar este fenómeno, será necesario estudiar cada nivel de automatización. Para ello, nos ayudaremos de la clasificación que describió NHTSA² en relación al proceso de automatización con el fin de proporcionar un marco normativo y que este proceso no tuviera obstáculos en su desarrollo y despliegue. La clasificación se denomina “El estándar SAE J3016” que comprenderá de seis niveles; desde el nivel 0 que hace referencia a un coche manual hasta el nivel 5 que no requiere nada de los pasajeros, puede llegar incluso a conducir sin ocupantes. Pasaremos a describir los cuatro niveles teniendo en cuenta las complicaciones asociadas a los factores humanos a medida en la que esta automatización aumenta.

Los seis niveles que nos informarán sobre la automatización son los siguientes:

- Del nivel 1 al nivel 3: Los monitores de conducción se encuentran en el entorno del conductor humano

²National Highway Traffic Safety Administration

- Del nivel 4 al nivel 5: Los monitores de conducción se encuentran entorno a los sistemas de conducción automática. Se puede prescindir de los elementos de manejo y control del vehículo.

Nivel 0- Coche manual

Es importante tener en cuenta a los coches sin automatización pues a pesar de ser manuales, existe una gran diferencia entre los coches manuales de hace 10 años, respecto de los coches manuales modernos de hoy en día. Estos coches permiten al conductor poder apartar la vista del volante, lo cual supone el primer problema en el proceso de automatización, el control del vehículo.

Los coches del nivel 0 requieren de poca atención del conductor, permitiendo a este, entablar conversaciones con los pasajeros, sincronizar la emisora de radio, seleccionar la música, todo ello afectado al rendimiento de la conducción. Las personas que suelen involucrarse en este tipo de comportamientos son aquellas que creen que tienen habilidades personales superiores y que pueden realizar varias tareas al mismo tiempo, sin problema (Roy & Lierswch, 2013). Sin embargo, la evidencia es que esto es una mera creencia del conductor, pues la multitarea añade una carga mental al conductor de la que no es consciente pero que le quita atención en la conducción, pudiendo causar resultados trágicos.

Nivel 1- Asistencia al conductor

El nivel 1 que define la NHTSA se refiere a aquellos coches modernos que utilizan la automatización para operar en un único control. Puede ayudar al conductor humano con la dirección, aceleración, pero no puede ayudar a ambos simultáneamente. Podemos ver la incorporación de estos sistemas en la asistencia de frenado, el control electrónico de estabilidad o tracción, por ejemplo. Estos sistemas funcionan únicamente cuando es necesario a pesar de que para el conductor sean invisibles, están ahí. Frenar las ruedas de tracción no es algo que fácilmente el conductor pueda hacer.

Por ello, se entienden que estos sistemas operan junto con el conductor, liberándole de la obligación de tener que atender a la velocidad del vehículo, aumentando el nivel de control. Este sistema supone sacar a los conductores del control activo, ahora bien, si

sacamos a los conductores de su papel, difícilmente podrán volver a entrar cuando se les necesite. La solución al problema que plantea este sistema de control crucero es introducir una mayor automatización, así como añadir “un ordenador más”. Esto nos llevará a estudiar el siguiente nivel de automatización.

Nivel 2- Automatización parcial

El nivel 2 de automatización hace referencia a los coches que utilizan la automatización para controlar dos o más funciones en la conducción. El nivel dos se caracteriza por ser capaz de controlar completamente el vehículo durante periodos de tiempo concretos en situaciones restringidas. El vehículo es capaz de controlar la dirección, el frenado y aceleración al mismo tiempo en algunas circunstancias determinadas.

El conductor humano debe continuar prestando toda su atención y realizar el resto de la tarea de conducción que se encuentra fuera de estas funciones. Dos ejemplos de estos sistemas son el piloto automático para atascos y para carretera. Estos sistemas de control permiten ajustar la velocidad cuando un coche que va delante frena o acelera trabajando conjuntamente el sistema de control, el sistema de mantenimiento de carril y los sistemas de advertencia que veíamos en el inicio del apartado. En el momento en el que se lanzó este sistema permitió al conductor manejar el coche sin tener que mantener las manos al volante durante 15 segundos aproximadamente. Los sistemas actuales permiten esto mismo durante varios minutos.

Los fabricantes de coches establecen diferentes requisitos en cuanto a la necesidad de que el conductor mantenga o no las manos en el volante. Algunos requieren, que en caso de que el conductor necesite tomar el control con poca antelación, que sus manos estén cerca del volante. Si por lo general en un coche manual ya desatendemos la tarea de mantener las manos al volante, no imaginemos la posible desatención que puede causar este avance en los conductores de estos coches (leer e incluso dormir). El hecho de que se precise menos atención permitirá a los conductores hacer otras cosas mientras conducen. En este nivel 2 también nos encontramos el problema que comentábamos anteriormente sobre la asunción del control activo del vehículo, pero con una mayor dificultad en este nivel pues el conductor ha de ser capaz, en cualquier momento, de determinar que funciones están siendo controladas por la automatización y cuales son responsabilidad del conductor.

Dependerá pues de la memoria del conductor, si recuerdan haber pulsado el botón o si no lo recuerdan en absoluto.

En muchas ocasiones el problema está en que se asume de manera errónea cuales son las funciones de la automatización, creyendo que siempre están disponibles para ser usadas cuando realmente no es así. Las funciones de automatización no responden a la inteligencia de un ser humano si no al avance en la tecnología pero que no deja de ser tecnología. Con ello, se quiere llegar a que muchas veces las funciones de automatización de apagan sin ninguna razón y sin avisar, es decir, pueden presentar fallos. El nivel dos presenta algo bastante positivo: la posibilidad de ofrecer asistencia durante la conducción manual cuando el conductor sufre una situación peligrosa. Esta asistencia no es como aquella que vimos en el apartado de sistemas de advertencia si no que puede usarse para tomar el control del vehículo en este tipo de situaciones. Ahora bien, la pregunta sería si nos quedamos con un mero consejo o con la total asunción del control del vehículo. En general, según diferentes estudios, la toma absoluta de control presentaba mejor resultados en relación a la seguridad y es que cuando el vehículo detecta alguna discrepancia en la dirección, aplica automáticamente un frenado en las cuatro ruedas para poder disminuir el efecto del derrape (Itoh & Inagaki, 2014).

El hecho de que la mayoría de los accidentes mortales surgen por causa de una conducción inconsciente, se convertirá en el argumento perfecto para los defensores de estos sistemas automatizados.

Nivel 3- Automatización condicional

La necesidad de abordar los problemas relacionados con la automatización da lugar al nivel 3 en donde se añade aún más automatización, eliminado parcialmente la necesidad de atención y comprensión de los conductores. En este nivel permite a los coches controlar la tarea de conducción durante largos periodos de tiempo. El conductor se presenta como un elemento imprescindible pero no tiene que encargarse de monitorizar el entorno ni de prestar atención constantemente durante estos periodos. El conductor debe estar listo para reaccionar en los momentos en los que el sistema le pide al conductor que intervenga.

Este momento de necesidad de intervención es conocido como “*conditional driver takeover*”, donde el conductor toma el control del vehículo. Ahora bien, uno de los

desafíos que plantea este nivel es la rapidez de incorporación del conductor y cómo reacciona el sistema si el conductor no es capaz de responder como el sistema esperaba, pues los sistemas no son siempre perfectos. Por otro lado, ha quedado demostrado que la automatización provoca la pérdida de aptitudes cognitivas: al no ser estas aptitudes puestas en práctica, suelen ser fácilmente olvidadas, como son la navegación y la resolución de problemas (Casner & Geven, 2014). Además, la creciente complejidad de los sistemas provoca que sean difíciles de entender, por lo que, para poder hacerse con ellos, el conductor deberá entrenarse. En la medida en la que esta complejidad aumente (que veremos que será posible en los siguientes niveles), la dificultad de hacerse con ellos aumentará también, llegando a un punto en el que cabría la posibilidad de que varios sistemas de automatización se cruzaran y sean tan complejos que los conductores no podrían intervenir (falta de comprensión de los detalles de estos sistemas de automatización) o si lo hicieran no lo harían de forma significativa.

Nivel 4- Alta automatización

En este nivel, el vehículo cuenta con sistemas de automatización completos en relación a la detección y respuesta ante eventualidades del entorno. Esa necesidad de intervención del conductor que se solicita cuando el sistema falla, que hemos podido ver en otros niveles, aquí no se presenta. La conducción se realiza de una manera específica en donde la automatización está presente en todos los aspectos.

El conductor no tiene que estar pendiente de si el sistema falla o no, pues en este tipo de vehículos se combinan sistemas de control del movimiento longitudinal y el movimiento lateral, al mismo tiempo. La importancia de la figura del conductor por lo que podemos ver, desaparece incluso cuando se le solicita al conductor su intervención y no responde adecuadamente. Ahora bien, la diferencia que se presenta respecto del nivel 5 es que el funcionamiento del sistema sigue estando sujeto a algunas condiciones que impiden en ciertas ocasiones que el vehículo pueda seguir conduciendo.

Nivel 5- Automatización completa

El nivel 5 es el propósito de los principales actores del sector del automóvil, que buscan que el coche sea totalmente autónomo, en donde no exista ningún tipo de control manual. El único papel que tendrá el conductor será indicar el destino al que se desea llegar y

como se desea que sea la conducción durante la duración del viaje. Hablamos de una especie de chofer automático. Existirá un botón de “parada de emergencia” pero no se necesitará estar al volante o atendiendo al uso de los frenos. El propio sistema de automatización será capaz de respaldar al sistema principal en caso de fallo sin presentar ningún tipo de riesgo. Como la presencia del conductor no es en absoluto necesaria, no habrá necesidad de examinarse a una edad determinada para poder subirse a un coche y llegar a un destino, pues será el coche el que conduzca. El coche se encargará a tiempo completo bajo todas las carreteras y condiciones ambientales de realizar las mismas tareas que haría el conductor humano.

Ahora bien, el estándar SAE J3016, recoge la posibilidad de que se active la conducción humana, aunque técnicamente no fuera necesaria para todos los vehículos independientemente del nivel de automatización.

Conclusión

Como hemos podido ver, la marcha hacia los coches automatizados esta en constante progreso. Actualmente, nos encontramos en una etapa de transición hacia sistemas de seguridad totalmente automatizados, estando la mayoría de coches parcialmente automatizados en cuanto a: la asistencia de permanencia en un mismo carril, asistencia en tráfico y estacionamiento automático entre ellos. Se espera que para el año 2025 los coches cuenten con sistemas de seguridad totalmente automatizados además de contar con la opción de piloto automático en carretera.

A medida que hemos estudiado los diferentes niveles de NHTSA, nos hacemos a la idea de que progresivamente los sistemas asumirán más y más responsabilidades en la tarea de conducción hasta llegar al punto de que ninguna de ellas se deje en manos del conductor. Existen muchos obstáculos que impiden esta sustitución global y completa de los coches tradicionales en las carreteras. Esta tarea, nos llevará varias décadas, sobretodo hasta que sea posible que los conductores confíen al cien por cien en estos sistemas y dejen de subestimarlos.

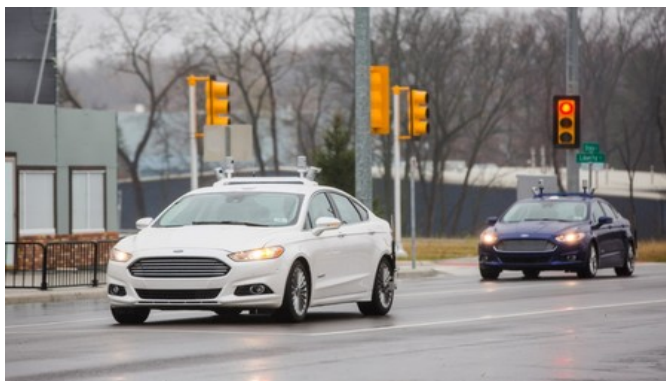


Figura 2: Primera generación de coches autónomos de Ford

Fuente: Xataka (2018). Cuales son los diferentes niveles de conducción autónoma, a fondo.

3. ANÁLISIS MULTIDISCIPLINAR DE LA AUTOMATIZACIÓN EN EL SECTOR TRANSPORTE

El hecho de conducir un coche se está convirtiendo en un fenómeno cada vez más compartido entre el ser humano y la tecnología. El problema reside en que al mismo tiempo que facilitan la vida de los usuarios también plantean nuevas preocupaciones sociales y éticas, quedándose sin responder una de las preguntas clave ¿realmente estamos preparados para dejar todo en mano de los ordenadores y que ellos se encarguen de nuestra seguridad en la conducción? A pesar de que el automóvil pueda llegar a asumir el control total del vehículo, pueden darse problemas como son los denominados *corner cases*³ que obligan a los conductores a tener que estar atentos al volante para que, en último caso puedan asumir el control del vehículo y así se pueda evitar cualquier tipo de accidente.

Como hemos podido ver anteriormente, existen coches parcialmente automatizados en donde el papel del conductor y sus responsabilidades son a veces sustituidas por ordenadores. Veremos esta automatización parcial en donde el conductor a veces también es pasajero. Aunque los coches totalmente autónomos llegarán algún día, no cabe duda de que la transición será difícil, y más cuando esta automatización no sea del todo perfecta y completa pues el conductor humano tendrá que hacer frente a los problemas que muchas veces presentan los sistemas informáticos requiriéndole al conductor mantener la vista,

³ En ingeniería, son aquellos casos que suponen un problema o situación que ocurre sólo fuera de los parámetros normales de operación. Por ejemplo, un altavoz puede distorsionar el audio, cuando se reproduce a un volumen máximo o mínimo en ausencia de otros ajustes.

intervenir en muchas ocasiones y tomar un control más cercano. Se prevé que surjan una variedad de desafíos a medida que la automatización sea aún mayor en estos vehículos en cuanto a la asunción de las responsabilidades que antes tomaba y realizaba el conductor humano. Algunos de ellos presentan soluciones poco fáciles de implantar. En el mundo, las opiniones en relación a los coches autónomos varían según la zona del mundo en donde nos encontremos (Estados Unidos, Japón y Europa) sin embargo, la situación de los coches autónomos es considerada como una situación alegal por lo general pues todavía los legisladores se encuentran debatiendo cómo será la incorporación de las normas y directrices que estos coches autónomos habrían de seguir.

En EEUU, por ejemplo, toda situación alegal suele ser sinónimo de legal, pero serán pocos los Estados que encontremos en donde se pueda conducir el coche autónomo de una manera completamente legal. Por otro lado, en Europa nos encontramos la Unión Europea que esta trabajando por crear una normativa comunitaria al respecto. Sin embargo y como sucede en Estados Unidos, nos encontraremos estados donde el avance es mayor y en donde ya se ha creado una licencia especial y un registro para este tipo de vehículos y conductores. Ahora bien, en ambos continentes el permiso solo atañe a vehículos de prueba (Xataca, 2016). En España, en 2012 circuló el primer coche autónomo experimental creado por CSIC⁴, que fue capaz de cruzar la Comunidad de Madrid con éxito. En Japón, la situación es muy similar, los coches autónomos presentan logros similares en cuanto a las investigaciones realizadas al respecto pudiendo estos ser conducidos por ciudades y carreteras, pero solo como vehículos de prueba. Es decir, la comercialización todavía no esta disponible en ninguna parte del mundo. Una vez estudiada la función de conducción, a continuación, abordaremos una investigación sobre cómo afectará la presencia de los coches autónomos en los principales ámbitos de la sociedad, sus principales implicaciones, consecuencias y como pretende ser la adaptación.

3.1 Implicaciones éticas y filosóficas

Sería recomendable estudiar como sería el prototipo de automóvil autónomo socialmente deseable pues existen diversas preocupaciones éticas vinculadas los usuarios las cuales ejercen un papel importante en la aceptación de esta tecnología. En este apartado, pasaremos a estudiar las diferentes respuestas y actitudes que nos podemos encontrar en

⁴ Consejo Superior de Investigaciones Científicas

los conductores de los vehículos autónomos. Teniendo en cuenta que los fabricantes de automóviles no logran fijar una fecha específica para el uso libre y completo de estos vehículos (como hemos visto los vehículos de prueba ya están al alcance de muchos en algunos lugares del mundo), la generación que consideraremos como posibles usuarios en el futuro serán los jóvenes, que en general tienden a mostrarse más abiertos y receptivos que las generaciones mayores en relación al uso de tecnologías.

Los coches autónomos prometen ser mejores que los coches tradicionales en cuanto a seguridad. Aún así no hay nada que nos prometa una seguridad del 100% pues los accidentes son muchas veces inevitables pues, aunque la comunicación, sensores y algoritmos funcionen de manera correcta no siempre tendrán el suficiente tiempo para evitar colisiones con objetos repentinos que se crucen en su camino (peatones, naturaleza, ciclistas e incluso entre ellos). Por ello, surge la necesidad de que estos vehículos estén programados para dar respuesta a escenarios en donde los accidentes son improbables e inevitables. El problema es el cómo deberán programarse. Por ejemplo, ¿Se tendrán que programar estos vehículos con la intención de minimizarse siempre el número de muertes o para que los pasajeros se salven a toda costa? ¿Los algoritmos de esta programación deben basarse en el respeto a los principios morales? Este debate está emergiendo en algunos medios de comunicación como son los foros, pero la discusión es lenta.

Las cuestiones fundamentales que se plantean en la programación de estos vehículos desde el punto de vista ético podrían ser agrupadas en las siguientes esferas:

- El punto de partida básico que supone la toma de decisión a la que se enfrentan los que deciden como se van a programar estos vehículos y como se responderá en caso de accidente.
- A qué personas habría que dar prioridad cuando se presenta un escenario de accidente inevitable. Qué respuesta dará este coche autónomo, proteger a los ocupantes del vehículo o a los transeúntes y otros participantes del tráfico.
- Cómo será asignada la responsabilidad moral y jurídica en el caso de que resulten personas perjudicadas. En cuanto a la responsabilidad jurídica, estudiaremos esta cuestión en el siguiente punto.
- La toma de decisiones entre el riesgo y la incertidumbre.

Cuando un conductor pisa los frenos para evitar la causación de un accidente, inconscientemente esta tomando una decisión ética. Establecer un código ético universal en este ámbito sería una tarea muy complicada que necesitaría de una encuesta de alrededor de 3 millones de personas (Fraedrich, 2016). Existen estudios en la actualidad (Cavoli et al, 2017) que intentan dar respuesta a las preferencias que tendrían los posibles usuarios en caso de presentarse un escenario de accidente y los resultados muestran que las decisiones que se tomarían serían distintas en función del país. Además, en estos estudios se ha podido confirmar que a pesar de los diversos beneficios de los coches autónomos existe una gran incertidumbre sobre el interés de compra de estos vehículos debido a la falta de confianza de los usuarios y que solo algunos determinados perfiles (hombres, urbanitas y fanáticos de la tecnología sobretodo) estarían interesados en este tipo de vehículos. Las repercusiones negativas existentes que giran entorno a la seguridad en el funcionamiento de la ciberseguridad y programas informáticos provocan rechazo en el hecho de pagar un precio más elevado por tratarse de un vehículo automatizado. El estudio “La Máquina Moral” estableció trece escenarios y se pidió a los encuestados que, ante la muerte inevitable de alguno de los personajes, se eligiera a quien dejar con vida y a quién no. Los escenarios mezclaban diferentes variables: rico o pobre, más muertes o menos, joven o anciano. (Maxmen, 2018). Las respuestas en estos estudios resultaron ser contradictorias pues a pesar de que se mostraran abiertos a que otras personas condujeran automóviles capaces de minimizar los daños, no querían verse obligados a comprar este tipo de vehículos (Awad et al, 2018). Las personas no suelen enfrentarse a este tipo de dilemas morales, pero es necesario hacerse estas preguntas para ver como se resolverían en esta realidad que se plantea de coches sin conductor. En el mismo grupo de investigación también se estudiaron estas preferencias morales de conductores no profesionales en donde podemos destacar el famoso experimento denominado “dilema ético del tranvía” (Nhyolm & Smids, 2016) siendo este experimento la manera más ilustrativa que se ha encontrado para enfocar el problema ético de los coches autónomos.

El “dilema ético del tranvía”, que podemos ver en la figura 3 que aparece a continuación, fue presentada por Philippa Foot (1967). Este dilema consiste en imaginar que un tranvía sin frenos se dirige hacia cinco trabajadores que se encuentran en la vía. No puedes parar el tren ni avisarles, lo único que puedes hacer es accionar una palanca para que el tren se desvíe hacia otra vía. En esta segunda vía se encuentra un trabajador, pero está solo. ¿Qué es lo que deberías hacer? La mayor parte de la gente responde a la pregunta afirmando que

ellos sí accionarían la palanca, pues que se muera una persona es un mal menor a que se mueran cinco personas. Ahora bien, existe diferentes opiniones y debates en relación a si es lo mismo dejar que algo ocurra (omisión) o causar un mal (acción).

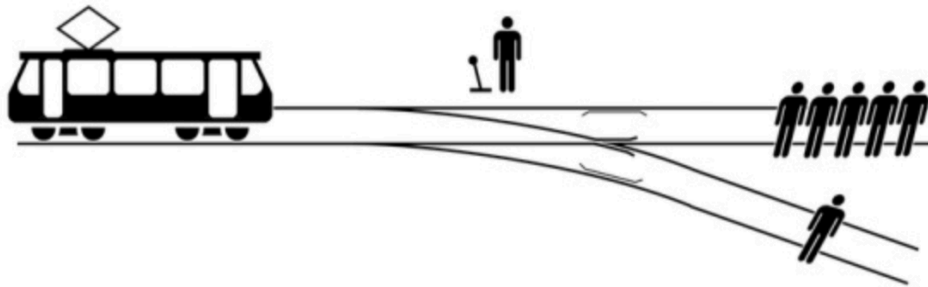


Figura 3: Visualización del experimento del tranvía

Fuente: Awad et al (2018).

Una vez explicado de forma más detenida el experimento, veremos como el problema que se plantea en el dilema del tranvía respecto del problema de los coches autónomos no es exactamente igual, principalmente por el hecho de que los coches autónomos ya no son una mera hipótesis si no que forman parte del mundo real y veremos como la analogía entre uno y otro no es plenamente perfecta.

En un primer momento, se pensó en la posibilidad de transferir el control a los pasajeros del coche en las situaciones de accidentes. Sin embargo, el hecho de que la reacción humana sea más lenta e insuficiente nos llevará a descartar esta opción, necesitando preparar al coche en el manejo en caso de accidente. Pongamos un ejemplo que nos permita ver con claridad esta necesidad de programación y toma de control por parte del propio vehículo autónomo:

El ejemplo trata de un caso de tráfico mixto, que es aquel tráfico que involucra a coches con conductores humanos y coches sin conductor. Se ha elegido este ejemplo, pues a pesar de que los coches que conducen por sí mismos también tengan posibilidades de colisionar entre sí, el riesgo es mayor cuando se involucran conductores humanos y auto conductores, pues no pueden comunicarse entre ellos. Imaginemos que circula por la carretera un coche autónomo que lleva cinco pasajeros y este se encuentra conduciendo cerca de un coche tradicional (un camión, por ejemplo) que de repente se dirige hacia el coche autónomo. El

coche autónomo, detectará esta aproximación del camión y calculará que la colisión con este será inevitable y causará la muerte de los cinco pasajeros a menos que decida desplazarse al pavimento de su lado derecho donde se encuentra un anciano peatón caminando, que morirá como resultado de tomar esta dirección. Como vemos, ante este tipo de situaciones es casi imposible que los pasajeros humanos puedan tomar el control de la situación con suficiente rapidez pues para evitar la colisión frontal con el camión y poder salvarse ellos tendrían que decidir matar a otra persona y esto es un gran dilema ético que no puede ser resuelto por una persona en cuestión de segundos como sí lo haría un sistema programado. Además de los accidentes de naturaleza mixta, también tendrán que estar preparados para reaccionar ante posibles accidentes con otros coches autónomos teniendo en cuenta que la comunicación entre estos coches presenta menos dificultades pues están conectados a través de sistemas de comunicación (Groom et al, 2015) e incluso con objetos inesperados que se crucen en el camino de una manera inesperada.

Todo ello, nos lleva a plantearnos cuestiones tales como: ¿Debería proteger al peatón o salvar a un mayor número de personas? ¿Debería estar el coche programado para priorizar la seguridad de sus pasajeros siempre o para priorizar el bien común y la justicia? Es necesario dar respuesta a todas estas situaciones pues si no lo hacemos estamos renunciando conscientemente a la responsabilidad que tenemos como participantes del tráfico. Equivaldría a ignorar de una manera injustificada el deber moral de contribuir a que las cosas sucedan de una manera justificable y buena. Por ello se crean los algoritmos relacionados con los accidentes éticos en donde podríamos asimilar esta elección de algoritmos como el caso real del problema del tranvía que tanto se discute. No hemos de olvidar que los sistemas sin conductor obligan a estas máquinas a tener que tomar decisiones tales como la vida o muerte de alguien en cuestión de segundos cuando estos vehículos se encuentran en el tráfico. Ahora bien, estrictamente hablando no se trata de una decisión tomada por estos vehículos si no que ellos se encargan de ejecutar la decisión moral que se toma en una etapa más temprana y es ahí cuando se decide qué sucederá, en la programación de los vehículos autónomos (Wallach & Allen, 2008). Debemos pensar en los diferentes escenarios que pueden surgir y cómo van a ser programados estos automóviles para que sean capaces de dar una respuesta cuando estos escenarios se den. No podemos obviar que la toma de decisiones esté únicamente en manos de un ser humano o en manos de una compañía perteneciente a la industria. Es decir, la toma de decisiones

sobre estos coches será lo más realista posible cuanto más variedad de gente participe en esta misma toma (profesores, ingenieros, abogados, filósofos, etc.) teniendo que negociar para poder llegar a una solución que represente al acuerdo de la mayoría, entendido esto como lo más justo. La limitación que presenta el caso del tranvía es que solo tienen en cuenta un número limitado de consideraciones. Es decir, en el caso del tranvía existe un único escenario en el que hay cinco personas en las vías y en donde la única manera de salvar a estas personas es sacrificando la vida de otra persona, es decir, los factores que se contemplan no se asemejan a los factores a los que los vehículos autónomos se van a tener que enfrentar en la realidad (Rawls, 2009). Cuando hablábamos de la toma de decisiones que se habría que llevar a cabo, las decisiones éticas se multiplican y se complican, debiendo de saber como programar estos coches autónomos teniendo en cuenta cada una de las consideraciones que fuesen moralmente relevantes, sin dejar ningún escenario sin respuesta pues en la realidad a la hora de la verdad, el coche necesita tener cada una de las posibles respuestas programadas. Al final, con el dilema ético del tranvía estamos realizando elecciones sobre si debe morir una persona o cinco, presentándose siempre un resultado negativo se elija lo que se elija. Sin embargo, en el caso del tranvía no se tiene en cuenta quien sería responsable moral y legal (y no podemos pasarlo por alto) pues solo es un ejemplo, una hipótesis. En la vida real, cuando tiene lugar un accidente y este accidente es provocado por un tranvía o un tren, es el Estado o las empresas privadas quienes asumen esta responsabilidad con una regulación cuidadosa que busca la seguridad de las personas e intenta evitar la pérdida de vidas. Ahora bien, asumirán esta responsabilidad siempre que la actuación no sea imputable a los transeúntes. Los railes y equipos por los que circulan los tranvías o trenes están especialmente protegidos y se prohíbe inmiscuirse en ellos, por lo que si una persona decide negligentemente saltarse esta prohibición será penalmente responsable de hacerlo y de cualquier muerte o lesión que esta actuación provoque (Wood, 2011). Como podemos concluir, el problema del tranvía se aleja de la vida real y no es del todo útil para poder crear un código moral ya que en la vida real acabamos asumiendo la responsabilidad de aquello que hacemos o dejamos de hacer y que reporta una consecuencia material. No podemos discutir ninguna cuestión ética sin tener en cuenta las responsabilidades morales y legales anteriormente mencionadas, por ello a pesar de que a veces los ejemplos, como es el ejemplo del tranvía, nos ayudan a establecer ciertos propósitos hemos de diferenciar la parte teórica de la práctica y en este caso con más razón al tratarse de situaciones de alto riesgo. A diferencia de la cuestión sobre la responsabilidad que asumen los organismos públicos y empresas privadas cuando

tienen lugar accidentes causados por tranvías y trenes de estas compañías, en el caso de los coches que conducen por sí solos sí podemos hacer responsables a las personas. Específicamente, aquellos que venden o usan este tipo de vehículos serán aquellos que podremos considerar entre los posibles responsables e incluso podríamos preguntarnos si sería posible hacer responsable a la sociedad en su conjunto por permitir esta nueva forma de conducción. Cuando las personas interactúan con otras, se establece como algo necesario el dar respuesta a quién es considerado responsable legal y moralmente incluso en aquellas colisiones que no acaben con ningún fallecimiento. Por ejemplo, imaginemos un accidente entre un coche autónomo y un coche convencional a pesar de que no se produjera ninguna muerte, sí en ambos coches se sufren heridas graves por parte de los pasajeros, las dos partes iniciarán un procedimiento legal para poder resolver quién es moralmente responsable del accidente teniendo que realizar una reflexión sobre quien puede y quien no, ser considerado moral y legalmente responsable si en el accidente intervienen los coches autónomos.

A la hora de establecer los riesgos y algoritmos en estos coches autónomos, surgen dos conceptos de responsabilidad. La responsabilidad “hacia delante” y la responsabilidad “hacia atrás” (Van de Poel, 2011). La responsabilidad “hacia delante” incluirá todo tipo de preguntas relacionadas con la introducción de los coches en la sociedad, la correcta programación de los coches para hacer frente a diferentes situaciones de riesgo que podemos encontrarnos día a día en el tráfico. La responsabilidad “hacia atrás” incluirá la determinación de quienes serán considerados responsables, en qué momento pasan a ser responsables y de qué deben ser exactamente responsables. Estos dos conceptos de responsabilidad conforman un conjunto de preguntas cruciales en la ética de la conducción.

En la vida real, no solemos tener un conocimiento previo de las consecuencias o alternativas pueden darse en cada una de las elecciones que se nos pueden presentar en relación a problemas en los que intervienen personas, solemos tener incertidumbre sobre estas consecuencias, lo que complica los dilemas éticos a los que nos enfrentamos en la vida real. En el caso del dilema ético del tranvía, no se da esta incertidumbre, por ejemplo, pues sabemos que las opciones son rígidas y seguras. Si decidimos prescindir de la vida de una persona para salvar a otras cinco, a la hora de tomar nuestra decisión, el dilema ético en el que nos movemos presenta resultados con unas características que se conocen con certeza y seguridad. En cambio, en la vida real podemos pensar en salvar a cinco personas a costa de la vida de una persona, y en el momento que hemos tomado la decisión y hemos

actuado en base a esta decisión, nuestra previsión no se cumple y acaba por darse un resultado peor al esperado. Imaginemos por ejemplo que tenemos un coche autónomo que lleva a cinco personas que va a colisionar con un camión con un peso determinado que aparece de manera repentina y que la única forma de que los cinco pasajeros se salven es a través de la desviación hacia la derecha, lo cual provocaría la muerte de un anciano que pasaba por la acera. El vehículo, ha calculado una colisión determinada teniendo en cuenta el peso de las personas, la velocidad y otra serie de elementos. Tenemos un escenario en donde los resultados posibles se conocen con certeza. Sin embargo, en la vida real no podemos asegurar ningún resultado ni que estas cinco personas se salvarían si decidimos prescindir de la vida del anciano (Berends, 2009). Esto, se debe a que se trata de un experimento que juega con diferentes pensamientos que provocan ciertos fines teóricos, estilizados y abstractos. El coche autónomo podría haber adquirido un conocimiento previo sobre la velocidad y trayecto determinado que luego podría no ser el que se diera finalmente y podríamos haber evitado la muerte de una persona. Además, podría haber sido el conductor del camión el que hubiese decidido apartarse del carril para evitar el desastre o haber empezado a frenar antes del choque, así como el hecho de que fuese el propio peatón el que hubiese intentado evitar ser atropellado saliéndose rápidamente del carril. Como podemos ver, cuando traemos el problema ético de cómo programar un coche autónomo a la vida real, comienza el desorden y la incertidumbre. Las posibilidades de sobrevivir a la colisión del camión dependerían de muchos factores adicionales tales como el estado físico de los pasajeros, su edad, si llevaban o no cinturones de seguridad, sin olvidarnos de otras fuentes de incertidumbre tales como las características generales del peatón anciano (forma física, estado de salud, etc.). El automóvil puede tener un perfecto conocimiento sobre el estado de la carretera, trayecto óptimo...Pero, incluso con los mejores sensores y estimaciones sobre las posibles conductas del peatón existen muchos otros factores que limitan la información que un automóvil puede reunir, haciéndose muy difícil el objetivo de que este tipo de vehículos reúnan una información completa y veraz.

Como hemos podido ver, si tenemos en cuenta todos los detalles adicionales, estamos planteando muchos resultados cuyas características no se conocen con certeza. Por ello, debemos partir de esta situación de incertidumbre para abordar el razonamiento moral en cuanto a los riesgos y como se deberán gestionar en un futuro dejando claro que no se trata de tomar decisiones arbitrarias ante la incertidumbre y que el razonamiento que se realiza en relación a estas decisiones es totalmente diferente respecto al razonamiento realizado

sobre hechos y resultados conocidos con seguridad. Las cuestiones éticas difíciles realmente no están presentes en el dilema ético del tranvía. Sin embargo, sí se encuentran en la ética de los coches autónomos. Pongamos un ejemplo para verlo más claro. Si realizamos una encuesta sobre la consideración de un golpe a un peatón, provocando este golpe su muerte, nos podremos encontrar una mayoría de personas que responderían que esto es moralmente inaceptable. Ahora bien, si el golpe presentase una posibilidad de muerte del peatón de un uno por ciento y este golpe por otro lado podría salvar a cinco personas, seguramente la decisión de la mayoría cambiaría y se aceptaría como correcta la decisión. En el caso del tranvía no existía esta posibilidad de jugar con los porcentajes pues los escenarios presentaban resultados que eran cien por cien seguros por lo que no emergía esa necesidad de reflexionar sobre otros posibles resultados (Thomson, 2008).

El problema ético de la conducción autónoma discute como hemos visto varias cosas, los deberes negativos y positivos y sus diferencias, matar o dejar morir y teorías psicológicas sobre como los operan los juicios morales en las mentes de las personas. En cuanto a la similitud con el dilema ético del tranvía hemos podido ver que no es el mejor ejemplo al que podemos acudir para poder obtener conclusiones o precedentes para poder conformar los algoritmos que controlaran los “cerebros” de los vehículos sin conductor. Para resolver esta cuestión en el futuro o al menos intentarlo, será necesario tomar decisiones en una serie de ámbitos, teniendo en cuenta que las actitudes de los usuarios tomarán forma una vez los fabricantes establezcan la forma de creación de estos automóviles, es decir, irán correlacionados ambos factores. Las cuestiones que no podemos pasar por alto se pueden agrupar en dos grupos básicamente:

1. Razonamiento ético en relación a las diferentes contingencias que pueden darse en situaciones de riesgos e incertidumbre
2. Razonamiento ético que no pase por alto ningún de las consideraciones vista previamente y que de respuesta al problema de la responsabilidad moral y legal sin olvidarnos de los dos conceptos en los que se divide la responsabilidad mencionados anteriormente.

Las preocupaciones éticas abarcan otras muchas cuestiones a las que no es fácil dar respuesta, y que requieren de una investigación más profunda teniendo como objetivo abordar los valores que se encuentran en el centro de preocupaciones de los usuarios, como es la priorización del tipo de personas en situaciones de riesgo, pero que no pueden abarcarse sin antes haber resuelto las cuestiones mencionadas anteriormente, que se

constituyen como los puntos a resolver más generales y básicos. No podemos olvidarnos de la necesidad de identificar, especificar y jerarquizar los valores y principios más importantes para una sociedad, pues es lo que acaba por definirla.

3.2 Implicaciones jurídicas

Uno de los factores críticos a la hora de innovar, es la adaptación de este nuevo fenómeno al marco legal, lo cual ha provocado en este ámbito, la dilatación del lanzamiento de los coches autónomos. A todo ello se suma la necesidad de realizar adecuaciones en las infraestructuras viales, calles y aceras lo cual resulta muy costoso para muchos países. En este apartado, se intentará debatir desde el punto de vista jurídico algunos críticos que surgen a partir del fenómeno “conducción automatizada”. Hay veces que no se sabe que tipo de transporte es el que se está discutiendo pues como hemos podido ver existen diferentes niveles en la conducción automatizada, lo cual crea confusión en el discurso, al no saber si nos referimos a coches que conducen totalmente solos o lo hacen de forma parcial (Maurer et al, 2016). La aceptación social debe introducirse en la conducción autónoma completa, aunque en la actualidad, en el tráfico vial, no sea concebible en absoluto este tipo de vehículos. En principio podríamos pensar que cuando los beneficios sean mayores a las desventajas, será cuando se produzca la aceptación social en relación a este fenómeno. Sin embargo, a pesar de la posible mejora en la seguridad del tráfico gracias a los avances tecnológicos, esta automatización no eliminará los incidentes individuales, accidentes, los daños graves e incluso extremos en donde incluimos muertes de seres humanos. Consecuentemente, partiremos de la base de que la aceptación de los vehículos autónomos será mayor a medida que la aceptación social de las consecuencias sea mayor también.

Desde el punto de vista jurídico la cuestión fundamental que se plantea es el efecto en el espacio público de los vehículos autónomos, tratándose este efecto como una consecuencia de una acción independiente llevada a cabo por una máquina. Se podría asimilar esta nueva forma de transporte a los trenes automatizados, por ejemplo. Sin embargo, la diferencia entre estos dos tipos de transporte es clara: existe una estricta separación entre la automatización y el espacio público a través de barreras físicas que tratan de excluir cualquier posible peligro. Sin embargo, estos vehículos autónomos se van a encontrar en constante contacto con el espacio público, constituyéndose como un cambio sustancial en el tráfico como lo conocemos hoy en día (Walch, et al, 2015).

Hay que tener en cuenta que en la mayoría de coches actuales, los cuales, están parcialmente automatizados, el conductor todavía tiene la obligación de realizar todas las funciones de control necesarias, por lo que, potencialmente se configura como una especie de reserva integral en los casos de no activación. Estas consideraciones provocan que se le de una menor importancia a las funciones de control del vehículo en general, a su fiabilidad, resultando ser muy complicado saber que es lo que realmente se espera de estos vehículos autónomos. Todo lo anteriormente mencionado se configura como la principal razón por la que el papel de la aceptación social no ha entrado en juego hasta hace relativamente poco.

Sin embargo, en el caso de los vehículos totalmente autónomos, que es el tema que se viene debatiendo, será totalmente indiscutible la importancia del papel que jugará la opinión pública al tratarse de un cambio fundamental que precisará de decisiones tomadas por esta sociedad. Ahora bien, lo que se viene discutiendo es qué normas legales serán las que realmente reflejen un consenso social y cómo se puede llegar a tal consenso de una manera justificada donde los reglamentos no sean discutidos por el público y sean aceptados de manera universal (Gasser, 2016). En la actualidad podemos ver como la regulación existente sobre las máquinas y transportes públicos no cubren la actividad independiente de estas máquinas en el espacio público. Las leyes deben ser por lo general, aplicables a todas las situaciones de la vida, aplicándose esta afirmación a las estipulaciones de la ley de tráfico. El cambio que supone la aparición en el tráfico vial de estas nuevas máquinas autónomas hace que estos reglamentos válidos, pierdan su validez pues no se adaptarían a esta nueva realidad social y a la eventualidad toma de decisiones que tendrían que llevar a cabo en ciertas situaciones estos vehículos autónomos. En principio, sería necesaria la creación de una nueva ley que pudiera atenerse a este cambio emergente y que fuera precisa en cuanto a sus estipulaciones sin olvidarse de los valores fundamentales que caracterizan nuestra sociedad, teniendo en cuenta los derechos básicos y fundamentales de la Constitución. Sin embargo, las cuestiones jurídicas que se plantean no pueden ser abordadas de manera exhaustiva en términos del marco legal actual pues en el ámbito del tráfico vial todavía no se ha planteado hasta ahora esta cuestión, si quiera los sistemas de asistencia automática con los que los conductores cuentan actualmente y que llevan en el mercado muchos años. Hasta el momento siempre se ha partido de la base de que el conductor tendría el control del vehículo al menos en algún aspecto o tarea. En cambio, con la automatización total de los vehículos esto deja de ser así, el vehículo es totalmente

independiente (Wu, 2015). Esto nos hace ver que existe una gran incertidumbre al respecto, principalmente causada por la ausencia de información sobre la posible tasa de éxito en términos de control de los vehículos autónomos, pudiéndose asimilar este hecho a la tasa de éxito de los conductores en general cuando son ellos los que llevan a cabo la conducción. Aunque el riesgo de la automatización no será mucho mayor que el riesgo resultante de la conducción humana no podemos evaluar de manera definitiva el sistema de control de los vehículos autónomos pues en la actualidad esto únicamente representa una opinión de un conjunto de expertos que nos sirve de base para debatir sobre cómo será la posible implantación de este fenómeno pero que no nos permite afirmar con seguridad qué sucederá en la práctica.

A la luz de la situación de tráfico actual, el riesgo de automatización presenta ciertos efectos en lo que respecta a los derechos fundamentales. Se hace evidente que el cambio de control puede provocar ciertas controversias para el ejercicio de estos derechos fundamentales, principalmente en el ámbito de la vida e integridad física. La autorización de los vehículos automatizados se encuentra en manos de la autoridad legislativa en cuestión teniendo que ser esta la que tendrá el deber de tomar decisiones que protejan el estado de derecho y los principios democráticos. Es decir, la regulación y futuras disposiciones sobre la protección de los derechos fundamentales anteriormente mencionados no pueden dejarse al arbitrio del poder ejecutivo (Channon et al, 2019).

Otro de los puntos a abordar es la responsabilidad para los sistemas totalmente automatizados. En la medida en la que las funciones de control dejan de ser asumidas por parte del conductor y pasan a ser asumidas por el propio vehículo pasamos a plantearnos si los daños que se producen en el transcurso de la conducción automatizada, se pueden atribuir a un defecto subyacente del producto, partiendo de la base de que se descarte la posibilidad de que la causación del daño no venga causada por una acción inadecuada y exclusivamente atribuible al conductor.

El debate jurídico debe dar respuesta a dos cuestiones fundamentalmente: en primer lugar, el alcance de la intervención en el control del vehículo en situaciones de riesgo y, en segundo lugar, las decisiones que giran en torno al control y su relación con los derechos fundamentales. Respecto a la primera cuestión, deberíamos preguntarnos si se podría clasificar en una última instancia el resultado final de estas situaciones críticas como un defecto del producto y si en todos los casos análogos también podría atribuirse esta responsabilidad civil al fabricante (Smith, 2015). Esta responsabilidad nacería de la

correlación entre el riesgo de la automatización asociado a la acción automatizada que ha provocado ese determinado daño, sin embargo, podría exigirse una limitación de la responsabilidad del fabricante en cuanto a los daños producidos por estas acciones pues serían tan inevitables como lo son los riesgos independientes que existen en los sistemas de tráfico que nos rodean a día de hoy. Los acontecimientos inevitables son aquellos que se configuran como aquellos eventos que no pueden evitarse ni si quiera con un control del vehículo anticipado, peligros que mayormente surgen de la propia naturaleza del tráfico vial (posibles interacciones de todos los participantes del tráfico). En la ley de tráfico vial alemana (artículo 17 de la stVG⁵) aparecen regulados estos acontecimientos inevitables, los cuales desempeñan un papel de atribución en las cuotas de responsabilidad de daños causados por vehículos de motor.

En lo referido al marco jurídico de los derechos fundamentales no existe un cambio significativo con la implantación de los vehículos automatizados en la sociedad pues no da lugar a una intervención selectiva en la vida o integridad física, valores que requieren de una mayor protección jurídica, pues toda decisión de control estará predeterminada en la programación del vehículo, es decir, no se trata de un suceso aleatorio como sí sería el caso de la responsabilidad del producto. La programación en la conducción automatizada tendrá que tener en cuenta qué factores deben de considerarse para que, entre diversas alternativas, se pueda seleccionar aquella que evite completamente el daño o de ser imposible evitarlo de manera completa, aquel que cause un daño menor. Como se puede abstraer, la programación de estos sistemas no versa sobre decisiones de control reales si no que, se trata de criterios abstractos que reportan riesgos abstractos. Por lo tanto, este control plenamente automatizado, en lo que respecta a los derechos fundamentales, no será tratado de forma distinta a la que tratamos el control humano y convencional (Gasser, 2016). Así pues, los daños involuntarios que son causados por accidentes en el tráfico, en donde intervienen sistemas de control automatizados, no deberán ser evaluados de forma distinta, en cuanto a riesgos, desde el punto de vista de la vida e integridad física.

Ahora bien, debemos prestar atención a un aspecto relacionado con estos derechos fundamentales: una mayor protección en la percepción de los participantes del tráfico por parte de estos vehículos (peatones, ciclistas, medio ambiente, etc.). Es decir, existe una imperativa necesidad de que se programen estos sistemas de tal manera que exista una percepción suficiente y eficaz que permita dar a estos participantes no motorizados un peso

⁵ Ley de tráfico Vial Alemana

especial cuando el vehículo atraviese una situación de riesgo o peligro. Por lo tanto, en lo que respecta a estas situaciones dilema, no se puede contribuir a tomar una decisión contundente pues no podemos aclarar si realmente en estas situaciones la causa es debida a una decisión del vehículo automatizado o si se trata de algún riesgo típico del tráfico, como puede ser la velocidad, quedando esta cuestión novedosa pendiente de ser debatida socialmente.

Una de las posibles opciones que se plantean es la creación de un catálogo que recoja los requisitos de capacidad para los sistemas de control autónomos. En el caso del control de vehículos convencionales, donde no interviene un sistema de asistencia verdaderamente autónomo, se aplican las reglas de tráfico típicas sin excepción. Los conductores se enfrentan a dos principios contradictorios durante la conducción: el principio de confianza y el principio de conducción defensiva (Winkle, 2016). El principio de confianza se constituye como requisito básico para poder mantener el flujo de tráfico dando lugar a un comportamiento por parte del conductor en donde no tiene constantemente en mente todas las posibles sucesos e infracciones. El principio de conducción defensiva reporta también una contribución a la seguridad del tráfico pues supone prestar un mayor cuidado que el prescrito. Los vehículos caracterizados por sistemas automatizados deben seguir estas mismas normas, a fin de garantizar la evitación de nuevos peligros en la carretera. Si traducimos los requisitos legales en las capacidades requeridas en el tráfico vial solo podríamos afirmar que los vehículos autónomos deben tener como mínimo la capacidad de compensación de errores, es decir, deben tener en cuenta el posible comportamiento inadecuado por parte de otros participantes del tráfico y adaptar el control automático de este vehículo consecuentemente. La capacidad de compensación de errores de los sistemas autónomos resultaría beneficiosa desde el punto de vista de la seguridad jurídica, armonización de la ciencia y tecnología, en cuanto a que reportaría la formulación de requisitos uniformes, como son las normas de eficacia de los frenos, por ejemplo. Para que este requisito se lleve a cabo, será necesario implantar una legislación que obligue desde el punto de vista técnico a la implantación de sistemas extremadamente sofisticados de reconocimiento del entorno.

Otro punto a abordar es la violación de las obligaciones y ordenes que se recogen las disposiciones generales de tráfico que van dirigidas a los propietarios de los vehículos y resto de participantes del tráfico. Existen ciertas infracciones relacionadas con el tráfico que aparecen tipificadas en el Código Penal y que recogen delitos contra la seguridad

pública. La conducta llevada a cabo por estos vehículos autónomos quedaría fuera de estas reglamentaciones y disposiciones penales anteriormente mencionadas pues en todas estas regulaciones se presume que el conductor tomará de manera personal el control del vehículo, por lo que no cumplirían con el factor humano del que requiere la acción típica, jurídica, no justificada y punible que determina el Código Penal. Por ello, es plausible que la implantación de la conducción autónoma precise de nuevas normas de tráfico más detalladas, menos flexibles y que recojan la posibilidad de que el conductor no intervenga en la conducción, ni si quiera como un monitor activo si no como un mero pasajero. La normativa vigente que recoge sanciones penales indica no solo que el tráfico vial afecta al orden público sino también a la seguridad pública, la cual se constituye como otro de los bienes jurídicos especialmente protegidos como es la vida (Schreurs, & Steuwer, 2015). Desde el punto de vista jurídico hemos podido comprobar que no se contemplan los vehículos no controlados por un conductor pero que sin embargo no reportarían ningún tipo de incompatibilidad con la regulación vigente, pues simplemente esta regulación no tiene en cuenta este desarrollo tecnológico. La opción de control continuado por parte del conductor para determinados tramos de un viaje se asemeja en a la conducción automatizada cuando el conductor tiene la intención de realizar un acto de conducción independiente y pasa a disponer del control del vehículo. Por ello, algunos autores defienden que no se precisa de un nuevo marco jurídico si no una ampliación de este a través de reglamentaciones que al menos rijan las funciones relativas a la compensación de errores, capacidades de comunicación de los vehículos autónomos, la calidad de decisión independiente que reside en estos y los requisitos fundamentales en cuanto a idoneidad y competencia que han de reunir los posibles conductores de estos vehículos (Bahr, & Sturzbecher, 2013).

En lo referido a la responsabilidad en el tráfico vial, la regulación existente tampoco contempla este cambio. No obstante, en la ley española sobre responsabilidad civil y seguro en la circulación de vehículos a motor⁶, se contempla que independientemente de si los daños fueron causados por la conducta del conductor o si no existe culpa en el funcionamiento anormal del vehículo que provocó el daño (un fallo técnico, por ejemplo) el titular del mismo será responsable de la indemnización por los daños causados. Al tratarse de un coche autónomo, entendemos que las decisiones de control que provoquen

⁶ Real Decreto Legislativo 8/2004, de 29 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre responsabilidad civil y seguro en la circulación de vehículos a motor

un daño pasarían a clasificarse como fallo técnico. Si nos remitimos a la legislación vigente alemana podemos ver como se recoge la presunción de responsabilidad del conductor en todo comportamiento relacionado con el control del vehículo (artículo 17 StVG). Los vehículos sin conductor, desde la perspectiva de esta regulación, presentarían lagunas en cuanto a que las infracciones en el tráfico están vinculadas a las acciones humanas, algo que no podemos aplicar de manera análoga aquí.

En lo referido a la indemnización por los daños ocasionados entre dos o más vehículos autónomos, esta cuestión no puede abordarse o ser resuelta de acuerdo con la legislación aplicable, pues se ha producido un cambio muy relevante en el papel del conductor, que ahora es un mero pasajero. En primer lugar, la audiencia de los conductores, que se constituye como un elemento esencial dentro del procedimiento civil pasaría a un segundo plano y solo podría ser posible tener en cuenta a los involucrados como “partes” del proceso en determinados casos excepcionales (donde concurren observaciones aleatorias, por ejemplo). En segundo lugar, se precisarían ciertas medidas técnicas tales como el registro de datos de los vehículos involucrados en el accidente, para el posible reparto de daños y responsabilidades según el principio existente de cuotas de casualidad que podría aplicarse también a esta conducción autónoma pues no parece presentar ninguna objeción y parece ser efectivamente posible. Ahora bien, respecto al registro de datos hemos de aclarar su alcance en cuanto a que no puede constituirse como una herramienta de exculpación para aquellas transiciones en donde el conductor haya asumido parcialmente el control, teniendo que dar un tratamiento diferenciado al vehículo que conducía de manera totalmente independiente frente a aquel vehículo en donde el conductor asumía parcialmente el control (Channon, McCormick, & Noussia, 2019).

En España, con el objetivo de que se pueda ofrecer un marco jurídico que, de cabida a esta conducción autónoma, se está trabajando en la ampliación de estas normas, sobre todo en lo relativo a la ley de seguros, que abordaremos más adelante.

Actualmente existe una instrucción aprobada en noviembre de 2015 (Instrucción 15/V-113⁷) por parte de la Dirección General de Tráfico (DGT) que autoriza la realización de pruebas y ensayos de investigación abiertas al tráfico general, en relación a vehículos de

⁷ <http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/normativa-legislacion/otras-normas/modificaciones/15.V-113-Vehiculos-Conduccion-automatizada.pdf>

conducción automatizada, incluidos los del nivel cinco. Gregorio Serrano, director general de la DGT, anunció a la prensa española en 2018 que se propondría un plan estratégico para el vehículo del siglo XXI. Algunos fabricantes de automóviles ya han podido realizar algunas demostraciones siguiendo autorizaciones locales que han marcado unos itinerarios específicos, por donde estos vehículos han podido circular con plena autonomía. Un ejemplo de ello es el grupo PSA que realizó una ruta entre Vigo y Madrid. Además, Mobileye, empresa israelí adquirida por Intel y especializada en tecnología de la visión junto con la DGT hace tiempo que acordaron la colaboración en el desarrollo de una política reguladora de la conducción de vehículos autónomos en España. Por último, cabe mencionar que actualmente son Seat, empresa española filial del Grupo Volkswagen y Audi, empresa alemana, los líderes en la investigación de este campo (Malan, 2018).

Por último, a pesar de haber mostrado perspectivas en base al derecho alemán y algunos avances en el marco jurídico español, cabe mencionar que la aplicabilidad de las normas mencionadas en otros países debe considerarse limitada, teniendo en cuenta que las conclusiones serán cuanto más coincidentes si se llevara a cabo una armonización a través de acuerdos internacionales o directivas en la perspectiva del marco comunitario (UE). Los derechos fundamentales mencionados anteriormente, han sido reconocidos en la Carta de Derechos Humanos y en la Carta de Derechos Fundamentales de la Unión Europea, esta última, vinculante para todos los países a excepción de Reino Unido y Polonia. Este aspecto, jugará a favor de la armonización de esta reglamentación pues facilitará la extensión a otros Estados pues ya protegen estos bienes jurídicos en sus constituciones. Sin embargo, al igual que se mencionó en lo referido al marco nacional alemán y español, la transferencia de la regulación actual en materia civil al campo de la conducción autónoma es limitada. Si nos remitimos a la Convención de Viena sobre la Circulación por Carretera (1968) y la Convención de Ginebra sobre la Circulación por Carretera (1949) podemos ver como esta regulación parte de la base de que, durante toda la conducción, en el vehículo este presente y asumiendo el control continuo un conductor humano. Existen muchas diferencias significativas, sobretodo causadas por las variaciones existentes en cada nación, que son difíciles de predecir y que hoy en día requieren de un examen más profundo si queremos que la conducción autónoma deje de ser una utopía y se convierta en una realidad.

3.3 Implicaciones en la rama de los seguros

A medida que los coches se equipan con cada vez más tecnología, la cuestión de quién debe soportar el daño en caso de accidente sigue sin estar muy clara, a pesar de que esta tecnología reporta muchos beneficios en la conducción. Actualmente, como hemos mencionado, a la hora de hablar de los niveles de conducción los vehículos se caracterizan por estar equipados con sistemas que permiten la asistencia en un mismo carril, frenado de emergencia y estacionamiento automático entre otras cosas. Sin embargo, el nivel de automatización que se ha ido desarrollando y que se prevé en un futuro es cada vez más alto. Por ello, a vistas de una futura autonomía completa de vehículo en donde estos serán capaces de operar sin intervención humana, se requiere una revisión del marco legislativo en lo que se refiere a la reglamentación de la responsabilidad civil y los seguros (Evas et al, 2018). Si bien es cierto que en febrero de 2017 se presentó una propuesta legislativa al Parlamento del Reino Unido denominado Proyecto de ley de tecnología de vehículos y aviación, que intentaba dar respuesta a esta cuestión, en donde serían los aseguradores de terceros los que se constituirían como los principales responsables de los daños causados por el vehículo autónomo siguiendo lo dispuesto en las normas nacionales vigentes de responsabilidad civil (European Union, 2017). Ahora bien, la elección no es así de sencilla y hay que tener en cuenta que esta elección genera una serie de consecuencias como es la generación de desconfianza e incertidumbre en los futuros usuarios de los vehículos autónomos. Ahora bien, las normas actuales no se han diseñado para las demandas de indemnización que pueden surgir de los daños producidos por los vehículos autónomos, pues los avances tecnológicos se han producido en un momento posterior en donde este aspecto no se contemplaba en absoluto. Es necesario dar respuesta a la gran pregunta ¿Quién será el que se hará cargo de los costes que originen los daños causados por los coches autónomos? ¿Podríamos atribuir la responsabilidad al fabricante de vehículo? En caso afirmativo, ¿En qué situaciones? A pesar de que los estudios apunten a importantes beneficios sociales y ambientales debido a la mejora en la seguridad, la automatización no erradicara la posibilidad de causación de daños a los individuos, el riesgo sigue presente (Friedrich, 2016). Por lo tanto, es preciso evaluar cómo podrían adaptarse a través de nuevas formulaciones las normas de responsabilidad civil existentes y plantearnos la regulación otras nuevas. La revisión no solo garantizará la coherencia jurídica y protección

de los consumidores, sino que también generará un valor económico añadido estimado en 148 millones de euros (Evas et al, 2018).

La incertidumbre en este ámbito es bastante notable pues como ya se ha hecho referencia, existen grandes diferencias entre las jurisdicciones nacionales. Si es cierto que dentro del marco comunitario las diferencias son menores debido a la armonización de las regulaciones en el ámbito de responsabilidad civil, como son los Reglamentos de Roma I y Roma II sobre responsabilidad civil contractual y extracontractual. En muchas ocasiones esta responsabilidad se recoge de una forma muy estricta, lo cual supone un impedimento grave a la hora de desplegar o adaptar esta nueva regulación en el marco europeo. En relación al uso de vehículos de motor convencionales, los principales actos legislativos que suelen funcionar bastante bien y que abordan los riesgos y responsabilidad en el ámbito de la UE son: La Directiva sobre el seguro de automóviles (Directiva 2009/103/CE), y la Directiva de Responsabilidad por Productos (85/374/CEE). El sistema actual sugiere realizar un análisis jurídico comparativo para poder dar respuesta a sí este sería capaz de hacer frente a la introducción de los vehículos autónomos en el mercado. El presidente de Volvo causó un gran revuelo en 2015 cuando dijo que sería Volvo el que asumiría toda la responsabilidad legal cuando los coches estuvieran conduciendo de modo autónomo y se vieran involucrados en un accidente, resolviendo con ello las denominadas “cuestiones controvertidas pendientes”. Cabe mencionar que Volvo pretende ser uno de los primeros fabricantes en poner a disposición de los clientes una flota de vehículos autónomos, la flota SUV XC90, específicamente en Suecia en 2022. Este razonamiento se argumentó señalando que lo razonable era que los propios fabricantes asumieran la responsabilidad pues eran ellos los que habían cometido errores a la hora de diseñar los sistemas, tal como los frenos o el software (Harris, 2015). Esta promesa, también ha sido realizada por otros de los principales fabricantes mundiales: Google y Mercedes. Sin embargo, se ha querido aclarar que los marcos de responsabilidad que abordan las cuestiones surgidas con los coches autónomos, no implican que, si tiene lugar un accidente, los fabricantes van a estar siempre en el punto de mira por todos los daños. Existen zonas grises en donde los accidentes son causados por otros motivos ajenos a los fabricantes (errores del conductor humano o mal uso de la tecnología por parte del usuario) e incluso en ocasiones por motivos ajenos al propio conductor y fabricante, causados por una tercera parte (por ejemplo, un accidente causado por otro usuario de la carretera). Lo que se puede concluir es que el fabricante estará directamente dentro de la cadena de responsabilidad como factor a tener en cuenta en el estudio de esta, lo cual revela algo positivo: los fabricantes están

intensificando y reconociendo sus obligaciones de responsabilidad referidas a su producto (Villasenor, 2014). Esta inserción de la responsabilidad civil por el uso de vehículos autónomos desde el Derecho de Consumo, lo defiende la doctrina angloamericana principalmente. Acudir al Derecho del Consumo para dar respuesta al tema de la robótica, es lo primero que se nos pasa por la cabeza para resolver esta problemática. Sin embargo, puede presentar menos soluciones de las que pensamos en lo referido a los accidentes de tránsito (Gurney, 2013). Sobre la base del principio de prevención del daño, se postula la responsabilidad del fabricante en cuanto a que es imposible imputar una responsabilidad a una máquina siendo el factor subjetivo (culpa) u objetivo (riesgo o garantía) el principio general del Derecho de Daños. Sin embargo, existen claros casos donde se descarta la responsabilidad del fabricante por producto defectuoso: cuando no existe ningún defecto en la fabricación, diseño o información. El reproche que se haría al conductor de un vehículo convencional, aquí no puede realizarse pues en los sistemas de vehículos autónomos el rol que ejerce usuario es similar al de una planta o maceta. El descarte que hacemos en primer lugar, en cuanto a la posibilidad de atribuir la responsabilidad al conductor y en segundo lugar al fabricante en casos donde no existe defecto, nos conduce a preguntarnos si es posible postular una especie de ficción en donde el fabricante sería tratado como conductor. Se trataría de crear una especie de conducta estándar semejante a la de conductor razonable en donde se evalué el “fabricante estándar” según haya cumplido o no con unas determinadas condiciones y dejando a un lado la dificultad de discusión sobre los defectos en el producto mencionados anteriormente (Gurney, 2013). Esta teoría también ha sido criticada pues a pesar de que la conducta de un ser humano sí puede preverse en cuanto a mínimos que se esperan de una persona, de las máquinas no podemos decir lo mismo, escapándose del control humano estos sistemas dotados de inteligencia artificial. Otra de las soluciones que se proponen respecto a la cuestión de responsabilidad civil es establecer a los propietarios del vehículo como guardianes de estos vehículos como si de mascotas se trataran. La solución que proponen los defensores de esta teoría es crear un marco común de responsabilidad objetiva y subjetiva en las relaciones humanas con los robots. En primer lugar, para determinar esta responsabilidad será necesario descartar el caso de responsabilidad por producto defectuoso, pues en caso de tratarse de un caso de producto defectuoso, el fabricante sería responsable y la solución se quedaría ahí. En segundo lugar, en caso de haber descartado esta responsabilidad, lo que se propone por parte de estos autores, es considerar a los robots como los nuevos animales domésticos del siglo XXI, declarando una responsabilidad objetiva que conocemos en nuestro sistema

como “responsabilidad por el hecho de las cosas” (Schaerer et al, 2009). Hemos de tener en cuenta entre otras cosas:

- La posibilidad de que se den casos complejos en donde la responsabilidad quedaría excluida por falta de actualización de los sistemas o por falta de mantenimiento.
- El grado de imprevisibilidad que no se presenta de manera tan absoluta como si de un animal se tratara, pero que sí podría presentarse en cierto modo en estos robots, si estos consiguieran aprender de las experiencias de su entorno de forma autónoma, única y propia.

Como podemos ver, este intento de aproximación también presenta ciertas dudas y carencias en cuanto a su validez en la práctica. Por ello, podemos concluir que es necesaria la regulación de un nuevo marco jurídico pues la regulación vigente no tiene en cuenta las diferentes dimensiones que plantea la nueva generación tecnológica, como son los ciberataques. Un ejemplo de ello es la Directiva Europea 85/374/CEE⁸ en materia de responsabilidad extracontractual, la cual, no recoge la posibilidad de cubrir los daños causados por motivos ajenos a los defectos en la fabricación o los daños en donde la relación de causalidad no pudiera ser probada por parte del perjudicado.

La Comisión Europea ha solicitado la necesidad de reaccionar ante este nuevo escenario y llevar a cabo la creación de entre otras cosas:

- 1) Seguros de responsabilidad civil obligatorios para los usuarios de los vehículos autónomos, que se asemejen a los existentes en la actualidad para los vehículos convencionales.
- 2) Fondos de compensación que cubran casos de falta de existencia de seguros para que estos puedan cubrir situaciones de inseguridad jurídica para los ciudadanos y que además se prevea la posibilidad de limitar la posibilidad del fabricante o usuario que haya decidido aportar a este fondo de compensación.
- 3) Posibilidad de crear patrimonios separados para cada uno de los robots, de manera que sea esta personalidad independiente la que responda de la reparación de los daños que se puedan causar.

⁸ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX%3A31985L0374>

Esta nueva generación de vehículos va a generar un gran impacto en la rama de seguros. Tenemos que tener en cuenta que la principal fuente de ingresos de las aseguradoras proviene de las primas que pagan los tomadores. La prima que pagan los tomadoras se determina en función del riesgo que asumen las compañías aseguradoras, por lo que si el principal beneficio social que reportan estos vehículos es la reducción del número de accidentes (Anderson et al, 2014), el riesgo que asumen estas compañías se ve aminorado y consecuentemente la prima que se paga de manera periódica también.

Desde el punto de vista de las aseguradoras sería recomendable o bien restar importancia a esta rama y pasar a centrarse en otras ramas como pueden ser los seguros de hogar o multirriesgo, o bien constituirse como colaboradoras de las principales compañías de vehículos. Esta colaboración consistiría en una diversificación y homogenización de riesgos entre fabricante y asegurador. Según vayan avanzando las pruebas de estos vehículos en diferentes países, se irán implantando nuevas regulaciones que por ahora, como hemos visto, no tienen una solución clara y concreta. La confianza depositada en estos últimos años en los avances tecnológicos nos hace ver que el coche autónomo se convertirá en una realidad, sin fecha establecida, pero una realidad. Las nuevas regulaciones, que tendrán como objetivo resolver el comportamiento del vehículo en caso de accidente, supondrán el establecimiento de una nueva etapa en la industria del automóvil.

3. 4 Implicaciones comerciales

La automatización promete crear nuevas oportunidades de movilidad en la sociedad, así lo reconocen diversos estudios realizados por investigadores especializados en el análisis de accidentes de tráfico, puesto que uno de los principales beneficios que la automatización va a conllevar es la seguridad en carretera. Las ventajas en el tráfico aumentan según lo hace la automatización de los vehículos, por lo que una mayor penetración en el mercado de este tipo de vehículos causara una notable reducción de accidentes (Kramer & Franz, 2013).

El avance de la automatización ha comprendido diferentes niveles, desde sistemas activos de asistencia de dirección hasta una automatización completa donde el conductor humano ya no es necesario para el vehículo. Los fabricantes de automóviles se adaptan a las necesidades de los clientes interactuando con ellos a través de medios sociales y otras formas de conectividad mientras se encuentran en el vehículo. Los clientes siempre quieren

estar conectados y así lo tienen en cuenta los fabricantes que responden de forma continua a estas demandas que buscan una mayor información y experiencia por parte de estos (Lucas et al, 2013). Sin embargo, uno de los requisitos previos para que esta implementación sea posible, es la resolución de ciertos conceptos que aborden esta nueva y cercana interacción con las máquinas.

Uno de los conceptos básicos que hemos de abordar es cómo darán respuesta los principales fabricantes de coches al gran dilema que supone la programación de sus sistemas y las posibles respuestas que previamente tendrán que ser decididas por estos fabricantes incluso antes de tener lugar un incidente en carretera. En el proyecto europeo BRAVE⁹ se estudian las necesidades y expectativas de los usuarios potenciales de los vehículos automatizados puesto que se entiende que para poner en práctica este tipo de vehículos es necesario tener en cuenta el consenso de la sociedad, las repercusiones sociales y jurídicas. Consecuentemente, los programadores y diseñadores de vehículos autónomos, asumirán la responsabilidad de diseñar y programar vehículos que sean socialmente aceptables (Gerdes & Thornton, 2015). Las cuestiones éticas en relación a este fenómeno no pueden ser pasadas por alto en absoluto, quedando su importancia demostrada en apartados anteriores. Además, ya existe un precedente que ha desplegado el desarrollo de esta cuestión; el Gobierno Federal Alemán, que ha llevado a cabo la redacción de un Código Ético en relación a la conducción autónoma. Además, cabe mencionar que el Departamento de Vehículos Motorizados de California (DMV) aprobó el pasado Abril (2018), la circulación de coches autónomos. Es necesario mencionar este hecho pues más adelante hablaremos de un incidente que ya ha tenido lugar en las carreteras en donde se involucró a uno de los principales fabricantes de estos vehículos y donde podemos ver la respuesta dada ante este acontecimiento.

El coche autónomo puede considerarse como un subtipo de robot, como una especie de agente autónomo operativo que se mueve en el entorno y que incluye a otra serie de usuarios con los cuales interactúa (Gerdes & Thornton, 2015). De ahí, que surja la pregunta de si los vehículos automatizados pueden diseñarse a priori para que puedan actuar acorde con los principios éticos que caracterizan a la sociedad en la que estos vehículos operan. Queda claro que si la máquina hace una elección, es porque sus diseñadores han establecido unas reglas en el momento en el que la diseñaron. Pongamos el ejemplo de los robots que

⁹ Proyecto europeo financiado por Erasmus que tiene como objetivo acercar estas nuevas tecnologías a la sociedad

trabajan para el ejército de Estados Unidos, que se mandan a misiones militares. No cabría pensar que este robot en medio de una misión, ante una situación de salvar a un soldado o ir tras un enemigo, fuese totalmente autónomo como para que el mismo decidiera de acuerdo con unas reglas éticas. Por ello, como sucede en los robots y en nuestro caso, con los coches autónomos, es preciso determinar de antemano cómo va actuar esta máquina y saber que haría ante una situación crítica. Esta programación implica que se establezca un código en donde se utilicen afirmaciones lógicas tales como “Sí una afirmación es verdadera, avanza, de lo contrario, no te muevas”. La lógica, para los informáticos, se ha entendido como la opción ideal para codificar la ética en las máquinas pues se asemeja a la forma en la que los seres humanos razonan.

Esta cuestión anterior, implica tener que decidir sobre cómo tendrá que programarse el software de los coches autónomos, pues es el software el que dará respuesta a todo lo relacionado con la conducta de este vehículo durante la conducción. Aunque algunos investigadores hayan precisado que este tipo de vehículos deberán programarse ajustándose a algún tipo de ética, existen muy pocos estudios sobre cómo serán implementadas estas teorías éticas quedándose este paradigma ético en el aire en lo que respecta a la programación de los vehículos autónomos.

El Código Ético Alemán, impulsado en 2018, mencionado anteriormente, se ha establecido como modelo para las sociedades europeas las cuales también tendrían que hacer frente al debate ético que surge de esta innovación tecnológica dando visibilidad a la necesidad de crear unas pautas que deberán ser respetadas por los fabricantes a la hora de programar el software de estos vehículos, ajustándose a unos estándares éticos.

Existen varias empresas que ya se han lanzado a invertir en esta nueva tecnología, deseosas de captar el interés del público en lo referido a estos vehículos. Entre ellas, nos encontramos: General Motors, Google, Auto Alliance (BMW, Ford, Mercedes, etc.) y Tesla. Sin embargo, muchos de estos vehículos no estarán disponibles hasta el 2020 como muy pronto (Kumfer & Burgess, 2015). La incapacidad de responder a la pregunta ética de en qué dirección y cómo se ha de tomar la decisión en caso de accidente, es lo que dificulta la integración de estos vehículos.

A continuación, pasaremos a determinar en qué nivel de automatización están centrados los principales fabricantes, en qué estado se encuentran cada uno de sus proyectos y cómo pretenden abordar la problemática que surge en relación a los accidentes en donde estos vehículos se pueden ver involucrados. Cabe destacar que los fabricantes que no han superado el nivel 3 de automatización, no se preguntan cómo imputar la responsabilidad

pues no existe variación respecto de los vehículos convencionales, pues el nivel de automatización no es tan diferente. Sin embargo, en el caso de los fabricantes que hayan desarrollado o están desarrollando modelos de nivel 4, la responsabilidad es debatida de manera distinta, pues no se contempla el error humano y la responsabilidad pasa a imputarse a los fabricantes y proveedores de infraestructuras, pues no se espera que el conductor intervenga en el funcionamiento de vehículo. Las alternativas de responsabilidad que se muestran a continuación son las que están surgiendo en la actualidad para abordar la responsabilidad para el caso de los vehículos autónomos (Marchant & Lindor, 2012)

1. Política de “Status Quo” que distingue tres causas en caso de accidentes, donde será el fabricante el que por razones prácticas será considerado responsable en los accidentes donde intervienen estos vehículos autónomos. Las dos primeras categorías son las más frecuentes en los juicios de responsabilidad.
 - i. El conductor.
 - ii. Mal funcionamiento o defecto del vehículo.
 - iii. Condiciones naturales inevitables (fuerza mayor).
2. Política de responsabilidad limitada a nivel estatal estableciendo topes máximos para la indemnización por daños y perjuicios (similar al ámbito de la medicina cuando estamos ante un caso de “mala praxis”).
3. Política de responsabilidad limitada a nivel local o bien mediante mandatos legales o bien mediante la regulación que establezca la NHTSA. Esta política se basaría en delimitar la responsabilidad de los fabricantes a través de herramientas que proporcionan cierta unanimidad y minimización de responsabilidad.
4. Política basada en la creación de una Programa Piloto de Seguridad de Vehículos conectados se establece como una alternativa al mandato legal que regularía esta cuestión. Este programa está destinado a los proveedores y fabricantes de estos sistemas y tiene como objetivo aprovechar las capacidades de la tecnología inalámbrica para dotar de una mayor seguridad e inteligencia al sistema de transporte de carretera. Si este programa logra tener éxito se podrá crear un estándar industrial que permitirá desarrollar de una manera mas temprana estos sistemas beneficiándose los fabricantes que se adhieran a este estándar, pero también la sociedad pues los

vehículos autónomos conectados reducirán el impacto ambiental, la movilidad y la calidad de vida de todos (Cars, 2012)

Nivel de automatización y política de responsabilidad de los principales fabricantes

General Motors: Fue el primer fabricante de coches que en 1939 impulsó el fenómeno de “vehículo sin conductor” a través de la implantación de unas bandas magnéticas en el suelo que permitían dirigir el vehículo (Howard, 2003). El modelo autónomo que presenta este fabricante es el modelo Cruise AV, un coche que durante las pruebas de conducción siempre lleva un piloto humano a pesar de que es un coche que no tiene volante. Por todo ello, se concluye que el nivel de automatización en el que se encuentra es en el Nivel 4. Sin embargo, General Motors, actualmente está presionando a NHTSA para que aprueben la circulación de coches sin conductor al volante. Esta empresa espera que para finales de año pueda conseguir esta aprobación, sin embargo, queda por especificarse una fecha fija. General Motors es el fabricante líder en términos de gasto que destinan al presupuesto del gobierno, por ello, se mostrará a favor del Programa Piloto de Seguridad de Vehículos. Por otro lado, cabe mencionar que General Motors no se ha visto involucrado en ningún accidente, pero sus coches han sufrido ataques por parte de personas que pasaban al lado de estos.

Google: Se encuentra dentro de las marcas más visibles en el campo de vehículos autónomos, siendo la marca con el mayor registro de kilómetros recorridos por un vehículo sin conductor. Además, su nivel de automatización es nivel 5, pues está desarrollado de tal manera que se puede conducir de manera totalmente autónoma, También se caracteriza por ser un gran actor en la política estadounidense y por mostrarse a favor del Programa Piloto de Seguridad de Vehículos (Nichols, 2013).

Auto Alliance: Se constituye como el principal grupo comercial de fabricantes que operan en Estados Unidos. Entre sus miembros destacan: BMW, Fiat, Mercedes, Toyota y Volvo. BMW, por ejemplo, quiere lanzar su primer coche de nivel 5 de automatización en 2021 a través del modelo BMW Vision Dynamics, Este consorcio de colaboración que incluye más de 10 marcas, facilita el hecho de poder iniciar debates sobre las cuestiones de responsabilidad que giran en torno a estos vehículos, pues todos ellos están interesados en la investigación de estos sistemas automatizado. Todos ellos, tienen como objetivo lanzar

estas tecnologías en los próximos 10 años. Sí se consiguen coordinar, todos ellos se verán beneficiados. Este grupo comercial también se muestra a favor de este programa.

4. CONCLUSIÓN

En relación a las implicaciones éticas, a diferencia de los aviones guiados, por ejemplo, estos vehículos sí tienen la capacidad de ser programados para que, entre diferentes alternativas, elijan la que cause un menor daño. Sin embargo, el problema está en qué la preferencia y decisión sobre esta trayectoria puede ser ambigua dependiendo del punto de vista de quien esté tomando la decisión. Por ejemplo: ¿Qué pasaría si un vehículo frena para salvar a sus propios pasajeros, pero mientras frena está poniendo en peligro los vehículos que le siguen por detrás? ¿Será la misma respuesta la que daría el pasajero del vehículo en cuestión que la que daría el pasajero del vehículo que le sigue por detrás? En estas cuestiones de juicio, los humanos ni siquiera se muestran de acuerdo. Ahora bien, habrá una fase inicial de aplicación de estos vehículos en donde esta controversia deberá ser resuelta de algún modo y donde se deberá orientar de alguna forma la decisión, pues de lo contrario nunca se podrán implantar este tipo de vehículos.

Existen diferentes estudios que examinan qué tipo de sistema ético se ajusta mejor a esta tecnología, en donde parece deducirse que el sistema utilitarista es el más adecuado, pues es el que proporciona mayores beneficios al conjunto de la sociedad. Si bien es cierto que a través de diversos estudios (TZD, 2014) parece ser el sistema triunfador el utilitarismo¹⁰, existen muchos detractores de esta afirmación pues defienden que no tienen por qué aceptar ser potencialmente sacrificados para proteger a otros conductores. Todo ello, nos permite ver la verdadera complejidad que presenta el hecho de tener que tomar decisiones previamente a que se den los accidentes donde lo que nos jugamos es la vida de las personas. Además, las propias teorías éticas que se presentan en estos estudios parecen no dar respuesta a la gran incógnita de cómo deben ser programados estos vehículos, siendo en muchos aspectos bastante limitadas. Todas estas limitaciones, provocan que estas tecnologías no terminen por implantarse en la sociedad, pues como los investigadores afirman, la aceptación de estas máquinas por parte de la sociedad solo se dará cuando sean programadas para actuar con total seguridad y confianza. Esta seguridad y confianza no puede darse si ni siquiera quedan claros aspectos básicos para su funcionamiento tales

¹⁰ Corriente impulsada por Jeremy Bentham que postula la utilidad como principio de la actuación moral, en donde lo bueno será aquello que reporte un beneficio a un mayor número de personas.

como: cómo han de codificarse lo que deberían ser reglas explícitas, a qué le darán más importancia estos vehículos o cómo actuaran en caso de accidente. La sociedad no dejará de tener miedo hasta que no tengan la seguridad de que estos sistemas “saben” lo que hacen. Por todo ello, podemos afirmar que:

- La generalización de resultados en el ámbito ético no es lo más conveniente
- Es fundamental que se sigan examinando los sistemas éticos existentes ampliando el abanico de opciones (no solo estudiar el punto de vista utilitario, de la ética de deber o desde la ética de la virtud).
- Llevar a cabo la creación de una especie de gobernador ético dentro de estos sistemas una vez se haya creado este código ético universal
- Una vez acordado un sistema ético común, crear una regulación común para este nuevo tipo de vehículos.

Sin embargo, esto requiere una cantidad considerable de trabajo, que incluye, entre otros elementos, los siguientes:

- Deliberar sobre la procedencia de crear nuevos pensamientos y corrientes que se adapten a estas generaciones futuras pues existen lagunas que parecen no poder cubrirse con las corrientes actuales.
- Desarrollar nuevos estudios donde los escenarios que se contemplen sean aún más variados y donde intervengan un mayor número de variables.
- Es necesario seguir llevando a cabo investigaciones donde se determine si es mejor crear sistemas automatizados que sean totalmente rígidos o que por lo contrario puedan aprender de la experiencia y en su caso, qué es preferible por parte de la sociedad

Se necesitan grandes progresos para averiguar qué es lo realmente relevante en el ámbito de la inteligencia artificial, qué es lo que se necesita para que las decisiones éticas puedan introducirse a la hora de dar instrucciones a una máquina para que se pueda razonar con éxito en situaciones donde se presenten dilemas éticos (Allen, 2011). No hemos de olvidar que a pesar de que podemos ayudar a una máquina a mejorar en su toma de decisiones a medida que se enfrenta a más situaciones, no hay forma de introducir una regla en un autómatas de lo que es éticamente correcto o no, a diferencia de los humanos.

Los vehículos autónomos se van a convertir en un pilar fundamental del sistema de transporte por carretera en unas décadas. Estos vehículos se han desarrollado con el

objetivo de que se reduzcan los accidentes y se mejore la eficiencia en las carreteras. Sin embargo, no todo puede ser perfecto, y aunque todos los componentes del vehículo y sensores funcionen correctamente, existe probabilidad de que, ocasionalmente, estos accidentes se produzcan, al igual que sucede con los vehículos convencionales. El hecho de que sean tan atractivos al presentar muchas ventajas para la sociedad, pero que existan aspectos que todavía no se han resuelto, es lo que ha causado que recientemente hayan recibido tanta atención. Aunque existan diversidad de opiniones a favor y en contra de este fenómeno, la integración en el tráfico de estos vehículos autónomos es una realidad. Hemos concluido que, en relación a la responsabilidad, no existe una idea clara sobre cómo serán las decisiones en caso de que haya un accidente. Un estudio sobre cómo se resolvería la colisión de vehículos (Goodall, 2014) concluyó que:

- A pesar de que de manera conjunta estos vehículos serían capaces de reducir las tasas de mortalidad por accidentes de tráfico, era casi seguro que estos vehículos sufrirían algún choque en algún momento.
- Partiendo de lo mencionado anteriormente, al existir un choque en donde un vehículo autónomo estuviera involucrado, se podía concluir que se tendrían que tomar decisiones al respecto y que en estas decisiones existiría inevitablemente un componente ético.
- Ante la decisión ética requerida para poder resolver el punto anterior, se concluye que no hay una forma única de codificar la moralidad humana en un programa informático.

En relación a los seguros, que no han expresado todavía ninguna postura pública sobre cómo abordarían esta cuestión lo que esperamos que suceda es que estas compañías de seguros pasen a considerar esta tecnología como beneficiosa y que terminen por aliarse con los principales fabricantes y proveedores en la redacción e introducción de una nueva legislación. Si la regulación actual de la responsabilidad no cambia el fabricante tendrá que asumir toda la responsabilidad en el momento en el que la parte perjudicada demande al fabricante del coche o al fabricante del sistema. La responsabilidad civil y la legislación en este ámbito se han establecido como los grandes retos en la comercialización de esta nueva tecnología debido a la gran exposición de los fabricantes en relación a las demandas y sanciones. Las diferentes alternativas que hemos planteado van desde propuestas basadas en establecer unos mínimos y máximos en las indemnizaciones, hasta la creación de una plataforma que guíe determinadas decisiones con el objetivo de que se consiga el beneficio

social esperado con esta nueva tecnología autónoma. La razón que lleva a los fabricantes de vehículos autónomos a asumir la responsabilidad de un potencial accidente es facilitar implantación, pero cuando ha tenido lugar un accidente la respuesta que han dado es la paralización de las pruebas y avances obtenidos, como es el caso de Uber, que ha pasado a la historia por haber causado el primer accidente mortal en donde un coche autónomo se ve involucrado (Stanton et al, 2019). Por ello, entendemos que centrarnos en imputar toda la responsabilidad a las empresas y fabricantes no es la estrategia mas adecuada.

La automatización ya esta aquí, en nuestras carreteras. En cuestión de décadas, de una manera u otra, estaremos formando parte de este fenómeno, ya sea de manera directa, como propietarios de un vehículo autónomo o de manera indirecta, como parte de esta sociedad que avanza a pasos agigantados en el campo de la innovación tecnológica. La gran promesa de estos vehículos incluye un conjunto de mejoras en nuestra sociedad, en donde se incluye: la reducción del número de accidentes y muertes, una disminución en el tiempo malgastado en el tráfico, mejorando su flujo y la posibilidad de que independientemente de la habilidad o condición que tenga una persona, esta pueda tener un coche personal.

Hemos podido concluir que para que estos beneficios puedan llegar a darse, es necesario que estos vehículos sean objeto de más investigaciones, análisis y elaboraciones políticas, entre otras muchas cosas, pues a pesar de las demostraciones obtenidas, impresiones y avances técnicos quedan por resolver muchas controversias que obstaculizan la implantación de los vehículos totalmente autónomos. Desde mi punto de vista es preciso que se evite actuar con tanta rapidez en la regulación de esta nueva industria, pues es una industria muy cambiante y que incluye muchos aspectos, que, aún estando camuflados, no hemos de pasar por alto. Sin embargo, con el debido cuidado, precisión y un buen diseño conseguiremos que estos vehículos y sus sistemas automatizados puedan ser autorizados para circular por las carreteras y puedan comercializarse en el mercado sin ningún problema.

5. REFERENCIAS

- Adeney, M. (1989). *The motor makers: the turbulent history of Britain's car industry*. Fontana.
- Allen, C., Wallach, W., Hughes, J. J., Bringsjord, S., Taylor, J., Sharkey, N., ... & O'Meara, R. (2011). *Robot ethics: the ethical and social implications of robotics*. MIT press.

- Alvarez, R. B. (2013). Estructura y recomposición de la industria automotriz mundial. Oportunidades y perspectivas para México. *Economía Unam*, 10(30), 75-92.
- Anderson, J. M., Kalra, N., Stanley, K. D., Sorensen, P., Samaras, C., & Oluwatola, T. A. (2014). Autonomous vehicle technology: How to best realize its social benefits. https://www.rand.org/pubs/research_briefs/RB9755.html?utm_source=t.co&utm_medium=rand_social
- Awad, E., Dsouza, S., Kim, R., Schulz, J., Henrich, J., Shariff, A., ... & Rahwan, I. (2018). The moral machine experiments. *Nature*, 563(7729), 59-64.
- Bahr, M., & Sturzbecher, D. (2013). Bewertungsgrundlagen zur Beurteilung der Fahrbefähigung bei der praktischen Fahrerlaubnisprüfung. *Winner, H., Bruder, R.(eds.)*, 6.
- Berends, E. M. (2009). De invloed van automassa op het letselrisico bij botsinge tussen twee personenauto's: een kwantitatieve analyse. <https://library.swov.nl/action/front/cardweb?id=123652>
- Blanco, A. (2007). Toyota domina la industria automotriz. https://auto.idoneos.com/notas_tecnicas/toyota_2007/
- Bonnefon, J. F., Shariff, A., & Rahwan, I. (2016). The social dilemma of autonomous vehicles. *Science*, 352(6293), 1573-1576.
- Brown, P., Lauder, H., & Ashton, D. (2011). *The Global Auction: The Broken Promises of Education, Jobs and Incomes*. New York: Oxford University Press.
- Cars, S. D. (2012). The next revolution. *Technology Review, KPMG and Car Group: Amstelveen, The Netherlands*, 1-36.
- Casner, S. M., & Schooler, J. W. (2014). Thoughts in flight: Automation use and pilots' task-related and task-unrelated thought. *Human factors*, 56(3), 433-442.
- Casner, S. M., Geven, R. W., Recker, M. P., & Schooler, J. W. (2014). The retention of manual flying skills in the automated cockpit. *Human factors*, 56(8), 1506-1516.
- Casner, S. M., Hutchins, E. L., & Norman, D. (2016). The challenges of partially automated driving. *Communications of the ACM*, 59(5), 70-77.
- Cavoli, C., Phillips, B., Cohen, T., & Jones, P. (2017). Social and behavioural questions associated with Automated Vehicles A Literature Review. UCL Transport Institute January.
- Channon, M., McCormick, L., & Noussia, K. (2019). *The law and autonomous vehicles*. Taylor & Francis.

- Cohen, R. B. (1981). La reorganización internacional de la producción en la industria automotriz. *El Trimestre Económico*, 48(190), 383-404.
- European Union (2017). Vehicle technology and aviation bill. Explanatory notes. *EU publications*. <https://publications.parliament.uk/pa/bills/cbill/2016-2017/0143/en/17143en.pdf>
- Evas, T., Rohr, C., Dunkerley, F., & Howarth, D. (2018). A Common EU Approach to Liability Rules and Insurance for Connected and Autonomous Vehicles: European Added Value Assessment Accompanying the European Parliament's Legislative Own-Initiative Report. <https://cutt.ly/Vr8TmOov>
- Fraedrich, E., & Lenz, B. (2016). Societal and individual acceptance of autonomous driving. In *Autonomous driving* (pp. 621-640).
- Friedrich, B. (2016). The effect of autonomous vehicles on traffic. In *Autonomous Driving* (pp. 317-334).
- García, G. (2020). El cambio hacia la automatización total del automóvil. *Revista Híbridos y eléctricos*
- Gasser, T. M. (2016). Fundamental and special legal questions for autonomous vehicles. In *Autonomous Driving* (pp. 523-551). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Gerdes, J. C., & Thornton, S. M. (2015). Implementable ethics for autonomous vehicles. In *Autonomes fahren* (pp. 87-102). Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg.
- Goodall, N. J. (2014). Ethical decision making during automated vehicle crashes. *Transportation Research Record*, 2424(1), 58-65.
- Groom, M. J., Van Loon, E., Daley, D., Chapman, P., & Hollis, C. (2015). Driving behaviour in adults with attention deficit/hyperactivity disorder. *BMC psychiatry*, 15(1), 175.
- Gurney, J. K. (2013). Sue my car not me: Products liability and accidents involving autonomous vehicles. *U. Ill. JL Tech. & Pol'y*, 247.
- Harris, M. (2015). Why you shouldn't worry about liability for self-driving car accidents. *IEEE Spectrum*, 12.
- Howard, B. (2003). Mobile: Self-Driving Cars. *PC Magazine*, 1.
- Itoh, M., & Inagaki, T. (2014). Design and evaluation of steering protection for avoiding collisions during a lane change. *Ergonomics*, 57(3), 361-373.
- Kramer, F., & Franz, U. (2013). *Integrale Sicherheit von Kraftfahrzeugen*. Springer Fachmedien Wiesbaden.

- Kumfer, W., & Burgess, R. (2015). Investigation into the role of rational ethics in crashes of automated vehicles. *Transportation research record*, 2489(1), 130-136.
- Lipietz, A. (1994). El posfordismo y sus espacios. Las relaciones capital-trabajo en el mundo. *Documento de trabajo*, (4). <http://www.ceil-conicet.gov.ar/wp-content/uploads/2013/06/s4lipietz.pdf>
- Lucas Jr, H., Agarwal, R., Clemons, E. K., El Sawy, O. A., & Weber, B. (2013). Impactful research on transformational information technology: an opportunity to inform new audiences. *Mis Quarterly*, 371-382.
- Madrazo Ramil, I. (2016). Automatización del sistema de dirección de un vehículo no tripulado.
- Malan, A. (2018). Spain works toward framework for autonomous driving. *Automotive News Europe*. Disponible en <https://europe.autonews.com/article/20180815/ANE/180809786/spain-works-toward-framework-for-autonomous-driving>
- Marchant, G. E., & Lindor, R. A. (2012). The coming collision between autonomous vehicles and the liability system. *Santa Clara L. Rev.*, 52, 1321.
- Markovits, J. (2018). Humanity as an End in Itself. *The Many Moral Rationalisms*, 27.
- Maurer, M., Gerdes, J. C., Lenz, B., & Winner, H. (2016). *Autonomous driving*. Berlin, Germany: Springer Berlin Heidelberg, 10, 978-3.
- Maxmen, A. (2018). Self-driving car dilemmas reveal that moral choices are not universal. *Nature*, 562(7728), 469-469.
- Miguez Santos, C. (2018). Análisis de la evolución del diseño del automóvil desde sus inicios hasta la actualidad.
- Mortimore, M. (2005). *Informe sobre la industria automotriz mexicana*, 162, United Nations Publications.
- Muñoz Ramírez, R. (1993). La industria de automoción: su evolución e incidencia social y económica. *Cuadernos de Estudios Empresariales*, 3, 1993.
- Nichols, S. (2013). Google wants some form of self-driving cars on roads by 2018. *TechRadar*, February, 11.
- Nyholm, S., & Smids, J. (2016). The ethics of accident-algorithms for self-driving cars: An applied trolley problem? *Ethical theory and moral practice*, 19(5), 1275-1289.
- Rawls, J. (2009). *A theory of justice*. Harvard university press.

- Rodríguez Carrasco, M. (2015). *Taylorismo. La revolución mental que llega a Europa* (Vol. 58). Editorial UNED.
- Roy, M. M., & Liersch, M. J. (2013). I am a better driver than you think: Examining self-enhancement for driving ability. *Journal of applied social psychology*, 43(8), 1648-1659.
- Sánchez, c. (2017) automatización en la industria auto-motriz: conceptos y procesos. *Tecnológico e innovación empresarial*, 11.
- Schaerer, E., Kelley, R., & Nicolescu, M. (2009). Robots as animals: A framework for liability and responsibility in human-robot interactions. In *RO-MAN 2009-The 18th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (pp. 72-77). IEEE.
- Schreurs, M. A., & Steuwer, S. D. (2015). Autonomous driving-political, legal, social, and sustainability dimensions. In *Autonomes Fahren* (pp. 151-173). Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg.
- Smith, B. W. (2015). Regulation and the Risk of Inaction. In *Autonomes Fahren* (pp. 593-609). Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg.
- Sotelo, F. H. (s.f). Taylorismo digital.
- Stanton, N. A., Salmon, P. M., Walker, G. H., & Stanton, M. (2019). Models and methods for collision analysis: a comparison study based on the Uber collision with a pedestrian. *Safety Science*, 120, 117-128.
- Suárez, Y. C. (2010). Sector automotriz: reestructuración tecnológica y reconfiguración del mercado mundial. *Paradigma económico*, 2(1), 24-52.
- Thomson, J. J. (2008). Turning the trolley. *Philosophy & Public Affairs*, 36(4), 359-374.
- TZD Steering Committee. (2014). Towards Zero Deaths: National Strategy on Highway Safety. FHWA, Disponible en http://www.towardzerodeaths.org/wp-content/uploads/TZD_Strategy_12_1_2014.pdf
- Vallejo, B. M., & Vallejo, S. (2006). Aspectos generales de la automatización industrial del sector farmacéutico. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 35(1).
- Van de Poel, I. (2011). The relation between forward-looking and backward-looking responsibility. In *Moral responsibility* (pp. 37-52). Springer, Dordrecht.
- Vehículos automatizados para la seguridad. (s.f) NHTSA web <https://www.nhtsa.gov/es/tecnologia-e-innovacion/vehiculos-automatizados-para-la-seguridad#recursos>

- Villasenor, J. (2014). Products liability and driverless cars: Issues and guiding principles for legislation.
- Vrščaj, D., Nyholm, S., & Verbong, G. P. Is tomorrow's car appealing today? Ethical issues and user attitudes beyond automation. *AI & SOCIETY*, 1-14.
- Walch, M., Lange, K., Baumann, M., & Weber, M. (2015, September). Autonomous driving: investigating the feasibility of car-driver handover assistance. In Proceedings of the 7th international conference on automotive user interfaces and interactive vehicular applications (pp. 11-18).
- Wallach, W., & Allen, C. (2008). *Moral machines: Teaching robots right from wrong*. Oxford University Press.
- Wiener, E. L., & Nagel, D. C. (Eds.). (1988). *Human factors in aviation*. Gulf Professional Publishing.
- Winkle, T. (2016). Safety benefits of automated vehicles: Extended findings from accident research for development, validation and testing. In *Autonomous driving* (pp. 335-364). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (2007). *The machine that changed the world: The story of lean production--Toyota's secret weapon in the global car wars that is now revolutionizing world industry*. Simon and Schuster.
- Wu, S. S. (2015). Product liability issues in the US and associated risk management. In *Autonomes Fahren* (pp. 575-592). Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg.
- Xataka (2016) *¿Está preparado el mundo para el coche autónomo? Debate y situación legal por países*. <https://www.xataka.com/automovil/esta-preparado-el-mundo-para-el-coche-autonomo-debate-y-situacion-legal-por-paises>
- Xataka (2018) *Cuales son los diferentes niveles de conducción autónoma, a fondo*. <https://www.xataka.com/automovil/de-0-a-5-cuales-son-los-diferentes-niveles-de-conduccion-autonoma>