



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

# **Impacto de la automatización de los vehículos en la movilidad por carretera.**

Autor: 201506148

Director: Nombre José Luis Arroyo Barrigüete

Coordinadoras: María Jesús Giménez Abad

# Índice

Introducción.....	4
Concepto de vehículo autónomo.....	6
Definición de vehículo autónomo y niveles de autonomía.....	6
Distinción entre vehículo autónomo y conectado.....	12
Beneficios e inconvenientes del vehículo autónomo.....	13
Beneficios.....	13
Inconvenientes.....	15
Vehículo autónomo en el presente.....	17
Legislación del vehículo autónomo.....	18
Aceptación del vehículo autónomo.....	20
Tecnología del vehículo autónomo.....	22
Cuestiones éticas inherentes al vehículo autónomo.....	24
Responsabilidad en caso de accidente.....	29
Responsabilidad en un vehículo con funciones automatizadas.....	30
Responsabilidad en un vehículo plenamente autónomo.....	30
Solución que ha propuesto Reino Unido.....	31
Impacto del vehículo autónomo.....	32
Puestos de trabajo.....	32
Inserción de colectivos.....	35
Autoescuelas y el carné de conducir.....	36
Estudio empírico del vehículo autónomo.....	38
Análisis descriptivo de la encuesta.....	39
Modelo de regresión lineal.....	43
Hipótesis de investigación.....	47
Resultado del modelo.....	48
R <sup>2</sup> .....	50
F-Valor.....	51
Interpretación de los resultados.....	51
Análisis de los residuos.....	52
Conclusión.....	54
Referencias.....	57
Anexo.....	63
Encuesta sobre el vehículo autónomo.....	63
Variables del estudio.....	65



## Introducción.

La idea que se plantea en este trabajo es analizar la figura del vehículo autónomo, el impacto que va a suponer su introducción a gran escala para diferentes colectivos y los posibles dilemas éticos que surgen a raíz de que es una máquina quien pasa a tomar las decisiones en la circulación.

Si bien la idea del vehículo autónomo no es algo novedoso de estos tiempos, el hecho del desarrollo de las infraestructuras y de la tecnología (entre ellas la inminente introducción del 5G) es lo que va a posibilitar su introducción a gran escala y para todo el mundo, lo que va a suponer una serie de cambios en puestos de trabajo, estilos de vida, la titularidad de los vehículos, la eficiencia en el transporte, etc.

El vehículo autónomo va a suponer una serie de cambios en muchos sectores, como las autoescuelas, pues si ya no es necesario un conductor, no tendrían sentido, o también cambiaría el papel de las aseguradoras, ya que al no ser necesario un conductor, el papel del seguro de responsabilidad civil se encuentra en una situación de incertidumbre.

Ya se ha mencionado que el vehículo autónomo no es algo novedoso de hoy en día. Por tanto, ¿cuándo nace la idea del vehículo autónomo? En éste y en los siguientes párrafos se mostrará de manera breve la historia del vehículo autónomo, siguiendo a Clark, Parkhurst y Ricci (2016). El nacimiento de la idea del vehículo autónomo nos remonta al año 1939, en la feria de muestras Futurama, durante la Exposición Universal en Nueva York en la que General Motors mostró su idea del transporte en el futuro, incluyendo la idea de vehículos sin conductor. En este primer momento ya se puede ver como el hombre ya imaginaba un futuro en el que el conductor sería innecesario.

El siguiente gran avance en este campo ocurre en 1977 en el laboratorio Tsukuba Mechanical Engineering de Japón, en el que se experimentó con un vehículo que tenía por objeto seguir las líneas blancas pintadas en la carretera con una velocidad de hasta 30 km/h. El siguiente gran evento ocurrió en los años 80 cuando la universidad de la Bundeswehr de Munich logró poner en circulación con velocidades de hasta 100 km/h en calles sin tráfico un coche controlado por comandos de ordenador. Esto parece más un coche teledirigido que autónomo, pero son pequeños pasos que nos han permitido llegar hasta donde estamos hoy en día.

Más tarde surge en Europa PROMETHEUS (PROgramme for a European Traffic of Highest Efficiency and Unprecedented Safety) durante los años 1987-95. Como fin al proyecto PROMETHEUS se lanzaron algunos prototipos automatizados en la Autopista

1 de París cerca del aeropuerto Charles-de-Gaulle llegando a circular a 130 km/h e incluso adelantando a otros coches.

Al mismo tiempo en EE. UU. no estaban inmóviles y en 1991 se aprueba una ley en el Congreso que instaba al Ministerio de Transporte a mostrar un vehículo autónomo. Esto concluyó con una demostración de 20 coches circulando por una autopista de San Diego en el año 1997.

En el año 2009 Google se adentra con su proyecto de coche autónomo haciendo pruebas sobre un Toyota Prius y más adelante con un Lexus, el cual para 2012 recorrió más de 300.000 millas en vías interurbanas sin tráfico. El siguiente paso lo dio Audi, que probó un Audi RS7 sobre el circuito de Hockenheim y rodó por encima de los 240 km/h e incluso superó en tiempo por vuelta el de un Audi conducido por un piloto. ¿Imaginan una Fórmula 1 de coches autónomos? Esperemos que ese punto no llegue a ser una realidad. Pero el gran paso hacia el vehículo autónomo lo dio Google en el año 2014 con Waymo, su prototipo de este vehículo, y es que lanzó en las calles de San Francisco 25 de estos vehículos con una velocidad máxima de 40 km/h. pero el verdadero mérito de este proyecto es que circularon por el tráfico urbano de una ciudad. A los coches de Waymo los podríamos catalogar como de nivel 4 de autonomía. Los niveles de automatización se analizan más adelante y veremos que el nivel 4 es un nivel muy avanzado.

Sin embargo, en otros sectores el vehículo autónomo ya está implantado y cuenta con gran uso, como es el caso de la agricultura, en la que dado a las facilidades que proporcionan las grandes extensiones y que no hay muchos elementos externos que puedan perturbar la actividad de las máquinas, se ha conseguido gran automatización de las tareas. Velasco Cruz (2017) afirma: “La inversión internacional en el desarrollo de soluciones que ayuden a mejorar los rendimientos de los diversos procesos agrícolas ha llegado a niveles históricos. Al uso de drones se ha sumado la proliferación de robots, en conjunto con la integración de softwares de inteligencia artificial que apuntan a hacer más con menos”.

Pero en este trabajo se plantea el estudio del vehículo autónomo utilitario, el que inundará nuestras carreteras en un par de años al servicio de las personas y que todavía no ha podido ser incorporado debido a que la tecnología todavía no lo permite y existen otras barreras como pueden ser dilemas éticos o de aceptación por parte de los consumidores.

Por lo que el desarrollo de la tecnología y el avance de la conectividad y del “mundo conectado” va a permitir el acceso al vehículo autónomo como algo más o menos normal

lo que provocará una serie de cambios en la situación actual. Pero antes de nada debemos aclarar lo que es el vehículo autónomo para poder continuar con el trabajo.

## Concepto de vehículo autónomo.

### Definición de vehículo autónomo y niveles de autonomía.

De manera sencilla y poco técnica podríamos decir que vehículo autónomo es aquel capaz de partir de un origen y de llegar hasta un destino prefijado sin intervención de un conductor. Pero el vehículo autónomo va mucho más allá de eso. Es un vehículo capaz de detectar y relacionarse con el medio que le rodea y con otros vehículos autónomos, para de esta manera predecir y evitar fallos y cumplir con su fin satisfactoriamente.

Pero hay que tener en cuenta que no se trata de una escala de blanco o negro, sino que hay grises. Por tanto, el vehículo podrá ser no autónomo o autónomo, pero con niveles intermedios según el nivel de la tecnología incorporada al vehículo, que lo hará más o menos dependiente de un conductor.

Para ver como resultan los niveles acudimos a la clasificación que ha realizado Society of Automotive Engineers (SAE) al respecto. Si bien no es la única clasificación a nivel mundial que existe sobre los niveles de automatización, sí que es la clasificación que se está imponiendo y estandarizando por tratarse de una clasificación generalista y universal. Incluso otros organismos de relevancia como NHTSA que habían adoptado su propia clasificación la están abandonando para adoptar la clasificación que ha realizado SAE. La clasificación la podemos ver en la ilustración 1 a continuación.

## SAE J3016™ LEVELS OF DRIVING AUTOMATION

	SAE LEVEL 0	SAE LEVEL 1	SAE LEVEL 2	SAE LEVEL 3	SAE LEVEL 4	SAE LEVEL 5
What does the human in the driver's seat have to do?	You are driving whenever these driver support features are engaged – even if your feet are off the pedals and you are not steering			You are <b>not</b> driving when these automated driving features are engaged – even if you are seated in “the driver’s seat”		
	You must constantly supervise these support features; you must steer, brake or accelerate as needed to maintain safety			When the feature requests, you must drive	These automated driving features will not require you to take over driving	
	These are driver support features			These are automated driving features		
What do these features do?	These features are limited to providing warnings and momentary assistance	These features provide steering OR brake/acceleration support to the driver	These features provide steering AND brake/acceleration support to the driver	These features can drive the vehicle under limited conditions and will not operate unless all required conditions are met	This feature can drive the vehicle under all conditions	
Example Features	<ul style="list-style-type: none"> <li>• automatic emergency braking</li> <li>• blind spot warning</li> <li>• lane departure warning</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lane centering OR</li> <li>• adaptive cruise control</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lane centering AND</li> <li>• adaptive cruise control at the same time</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• traffic jam chauffeur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• local driverless taxi</li> <li>• pedals/steering wheel may or may not be installed</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• same as level 4, but feature can drive everywhere in all conditions</li> </ul>

Ilustración 1. SAE J3016 Niveles de conducción autónoma.

Fuente: Society of Automotive Engineers. (2016).

En esta imagen se nos muestra los 6 diferentes niveles de automatización de los vehículos que ha elaborado SAE. El rango es de 0 al 5, siendo 0 nula automatización y 5 vehículo plenamente autónomo. Muestra que características de un vehículo se consideran como funciones de apoyo en la conducción o de funciones autónomas.

Como se puede ver en la ilustración 1, para SAE los vehículos a partir del nivel 3 serán autónomos, y solo en el caso de dicho nivel se requerirá en ciertas circunstancias que el conductor tome los mandos del vehículo. Pero para entender esta visión que se tiene sobre el vehículo autónomo y el porqué de solo considerar autónomo a partir del nivel 3 es necesario conocer que implica cada nivel.

La clasificación se centra en 3 actores: el vehículo, el conductor y el entorno que rodea el vehículo. En función del grado de interrelación del vehículo o del conductor con el entorno, del grado de intervención de los dos primeros actores en la toma de decisiones y en el control del vehículo y en función de en qué situaciones es capaz de operar el sistema autónomo se estará en un nivel o en otro. La clasificación se compone de 6 niveles que van del 0 al 5, siendo 0 el nivel con ninguna característica de autonomía y el nivel 5 el de plena autonomía en cualquier circunstancia, como podemos ver a continuación en la ilustración 2.

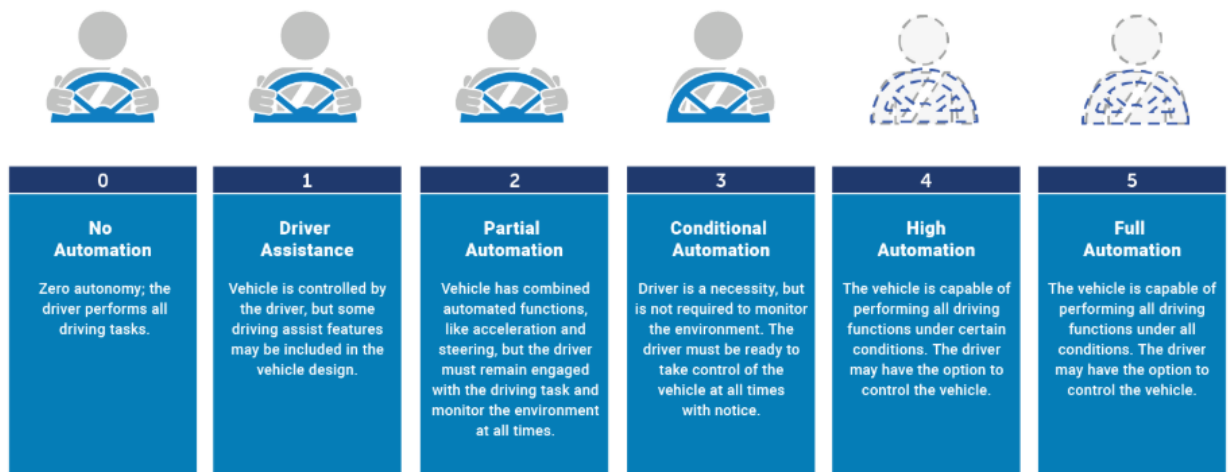


Ilustración 2. Niveles de automatización.

Fuente: National Highway Traffic Safety Administration (2018).

En esta ilustración National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) nos muestra los niveles de automatización elaborados por SAE pero de una manera más sencilla de entender para el usuario medio. En cada nivel se cuenta de manera resumida quien controla el vehículo: el conductor o el propio vehículo. A continuación, se explica más detalladamente en que consiste cada nivel:

- SAE Nivel 0. En este nivel no hay automatización. El vehículo no realiza ninguna actividad dinámica de control del vehículo. Son todas realizadas por el conductor.
- SAE Nivel 1. Asistencia al conductor. El vehículo sigue siendo controlado por el conductor. Sin embargo, puede delegar en algún sistema automático del vehículo ciertas funciones, como pueden ser el control del movimiento longitudinal o del movimiento lateral, pero nunca de ambos a la vez. Para que el sistema funcione deben darse ciertas condiciones y el conductor debe estar siempre alerta.
- SAE Nivel 2. Automatización parcial. En este nivel el vehículo cuenta con sistemas que puede controlar a la vez el movimiento longitudinal y lateral. Para que funcione deben recogerse ciertas condiciones sin las que el sistema no entrará en funcionamiento. Pero el conductor sigue siendo conductor, y pese a que puede soltar las manos del volante unos segundos, debe estar alerta en todo momento por lo que pueda pasar.
- SAE Nivel 3. Automatización con condiciones. En este nivel y al igual que el anterior, los coches cuentan con sistemas automatizados que permiten el control



del movimiento longitudinal y lateral de manera simultánea, pero además cuenta con sistemas de detección y respuesta ante objetos eventuales. En ese nivel el conductor podrá serlo o no serlo, en función de si el vehículo está circulando de manera autónoma o de si se precisa su actuación. De nuevo, para que el sistema funcione deben darse unas condiciones, pero cuando entra en activo, el vehículo se mueve de manera plena por sí mismo, pero debe haber un usuario preparado para intervenir.

- SAE Nivel 4. Alta automatización de la conducción. El vehículo cuenta con sistemas automatizados de control del movimiento tanto lateral como longitudinal simultáneamente y tiene sistemas de detección y respuesta ante objetos eventuales. Además, tiene sistemas que se activan si fallan los primeros para evitar accidentes. Ya no es necesario un usuario alerta por si se produce un fallo, ya que es el propio sistema automatizado el que daría respuesta al fallo. Y aunque desaparece la figura del conductor, es posible que se den circunstancias en las que el vehículo no pueda circular por no reunir los requisitos.
- SAE Nivel 5. En este nivel la conducción es equiparable a la que podría realizar un ser humano. Cuenta con todas las características del anterior pero además no se limita su operabilidad a una ruta prefijada por un pasajero, sino que puede operar de manera autónoma en cualquier circunstancia.

Hay que mencionar que, en estos dos últimos niveles, que no sea necesaria la presencia de un conductor no significa que no pueda darse, ya que según SAE j3016, si el fabricante lo deseara podría habilitar los mandos necesarios para que un conductor tomase el control.

Una vez desglosado el significado de cada nivel SAE, para acercarnos a una definición más precisa del concepto de vehículo autónomo acudimos a la información que aportan sobre el tema ciertos organismos competentes en la materia.

En primer lugar, a la Dirección General de Tráfico en España a través del Real Decreto 2822/1998 de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos, se le otorgó la facultad de conceder autorizaciones para realizar pruebas con vehículos autónomos. A raíz de la mencionada autorización, la DGT publicó la instrucción 15/V-113 en la que hace una definición de lo que es este tipo de vehículo. Dirección General de Tráfico (DGT, 2015) define: "Todo vehículo con capacidad motriz equipado con tecnología que permita su manejo o conducción sin precisar la forma

activa de control o supervisión de un conductor, tanto si dicha tecnología autónoma estuviera activada o desactivada, de forma permanente o temporal.” (p.1)

En la misma instrucción se hace una delimitación negativa de lo que es el vehículo autónomo, delimitando así de mejor manera el concepto de vehículo autónomo.

A estos efectos, no tendrá consideración de tecnología autónoma aquellos sistemas de seguridad activa o de ayuda a la conducción incluida como equipamiento de los vehículos que para su manejo o conducción sí requieran necesariamente control o supervisión humana activa. Son objeto de esta instrucción aquellos vehículos que incorporan tecnología con funciones asociadas a los niveles automatización 3, 4 y 5. (DGT, 2015, p.1)

Según esta parte de la instrucción aquellos vehículos con los niveles de automatización 0, 1 y 2 o con sistemas de ayuda activa a la conducción no tendrán la consideración de vehículos autónomos, lo que ayuda a concretar su concepto. En la siguiente ilustración podemos ver la adaptación de los niveles SAE hecha por la DGT en España.

NIVEL	DENOMINACION	DEFINICIÓN	TAREAS DE CONDUCCION		CONDUCCION LONGITUDINAL (ACCELERAR/FRE NAR) Y LATERAL (DIRECCION)	CONTROL DEL ENTORNO	RECUPERACION DE LAS TAREAS DE CONDUCCION EN CASO DE CONTINGENCIA	TAREAS DE CONDUCCION REALIZADAS POR EL SISTEMA
			CONDUCTOR	SISTEMA				
0	SIN AUTOMATIZACION	El conductor realiza continuamente todas las tareas asociadas a la conducción, incluso cuando son requeridas a través de algún aviso o la intervención de sistemas.	El conductor realiza continuamente la tarea de conducción dinámica lateral y longitudinal.	N/A	CONDUCTOR	CONDUCTOR	CONDUCTOR	N/A
1	CONDUCCION ASISTIDA	El sistema de ayuda a la conducción desarrolla una tarea específica, bien realiza la conducción dinámica lateral o longitudinal utilizando la información del entorno del vehículo, mientras que el conductor realiza el resto de tareas de conducción.	El conductor realiza continuamente la tarea de conducción dinámica lateral o longitudinal.	El sistema realiza la conducción longitudinal lateral que no está realizando el conductor.	CONDUCTOR Y SISTEMA	CONDUCTOR	CONDUCTOR	ALGUNAS
2	CONDUCCION PARCIALMENTE AUTOMATIZADA	El sistema de ayuda a la conducción desarrolla la conducción dinámica lateral y longitudinal utilizando la información del entorno del vehículo, mientras que el conductor realiza el resto de tareas de conducción.	Supervisión de las tareas de conducción dinámica y el entorno.	Conducción longitudinal lateral en un caso de uso definido.	SISTEMA	CONDUCTOR	CONDUCTOR	ALGUNAS
3	CONDUCCION AUTOMATIZADA CONDICIONADA	El sistema de conducción automatizada desarrolla todas las tareas de la conducción con la expectativa de que el conductor responda adecuadamente a la petición de intervención por parte de éste.	No es necesaria la supervisión constante de la conducción automatizada pero siempre debe estar en una posición adecuada para readquirir el control.	Conducción longitudinal lateral en un caso de uso definido. Reconoce sus límites de rendimiento y pide al conductor readquirir la tarea de conducción dinámica con margen de tiempo suficiente.	SISTEMA	SISTEMA	CONDUCTOR	ALGUNAS
4	CONDUCCION ALTAMENTE AUTOMATIZADA	El sistema de conducción automatizada desarrolla todas las tareas de la conducción, incluso si el conductor no responde adecuadamente a la petición de intervención por parte de éste.	El conductor no es requerido durante el caso de uso.	Conducción longitudinal lateral en todas las situaciones de un caso de uso definido.	SISTEMA	SISTEMA	SISTEMA	ALGUNAS
5	CONDUCCION PLENAMENTE AUTOMATIZADA	El sistema de conducción automatizada desarrolla todas las tareas de conducción bajo todas las circunstancias de la vía y ambientales.	N/A	Conducción longitudinal lateral en todas las situaciones encontradas durante toda la prueba. No se requiere conductor.	SISTEMA	SISTEMA	SISTEMA	TOODAS

Ilustración 3. Niveles de automatización.

Fuente: Dirección General de Tráfico. (2015).

En esta imagen podemos ver la adaptación que hace el Gobierno español de los niveles SAE de automatización a nuestro ordenamiento y vemos que están definidos y además explicados en función de quién o que se encarga de las tareas de la conducción en cada momento.

En segundo lugar, atendemos a las definiciones que ha proporcionado sobre el tema National Highway Safety Traffic Administration<sup>1</sup>. Es la Administración encargada en EE. UU. de garantizar la seguridad en las carreteras y es la que ha dado una definición de vehículo autónomo.

Automated vehicles are those in which at least some aspects of a safety-critical control function (e.g., steering, throttle, or braking) occur without direct driver input. Vehicles that provide safety warnings to drivers (forward crash warning, for example) but do not perform a control function are, in this context, not considered automated. [Los vehículos automatizados son aquellos en los que al menos algunos aspectos de una función de control de seguridad crítica (por ejemplo, la dirección, el acelerador o el freno) se producen sin la intervención directa del conductor. Los vehículos que proporcionan advertencias de seguridad a los conductores (advertencia de colisión, por ejemplo) pero no realizan una función de control, no se consideran, en este contexto, automatizados.] (National Highway Traffic Safety Administration (NHSTA, 2013))

De esta manera la NHSTA está estableciendo un mínimo para considerar un vehículo como autónomo y ello es que el conductor no intervenga de manera directa al controlar la dirección, la aceleración y el frenado simultáneamente.

An automated vehicle system is a combination of hardware and software (both remote and on-board) that performs a driving function, with or without a human actively monitoring the driving environment (...). This Policy defines "HAV systems" as automated vehicle systems that are capable of monitoring the driving environment as defined by SAE J3016. HAV systems are SAE Level 3 and higher by definition. [Un sistema automatizado de vehículo es una combinación de hardware y software (tanto a distancia como a bordo) que realiza una función de conducción, con o sin un humano vigilando activamente el entorno de la conducción. Esta política define los "sistemas HAV" como sistemas automatizados de vehículos que son capaces de monitorizar el ambiente de conducción según lo definido por SAE J3016. Los sistemas HAV son los niveles SAE de nivel 3 y superiores por definición.] (NHTSA, 2016, p.10)

En esta política la NHTSA se explica lo que es un sistema automatizado de vehículo. Deja claro que los sistemas automatizados, llamados sistemas HAV, son capaces de

---

<sup>1</sup> Administración Nacional de Seguridad de Tráfico en las Carreteras en castellano.

monitorizar el ambiente de acuerdo con lo establecido en SAE J3016 son los de nivel 3 o superior. Por ende, los vehículos de nivel 5 tendrán un sistema que funciona constantemente. De la misma manera que hace DGT, califica como autónomos los aquellos vehículos que tengan un sistema HAV. Por tanto, coinciden las visiones de la DGT y de la NHTSA sobre el coche autónomo, considerando como tal aquellos vehículos que podamos incluir dentro del nivel 3 en adelante.

### Distinción entre vehículo autónomo y conectado.

En ocasiones se confunde el término vehículo autónomo con el de vehículo conectado, usándolos indistintamente. Si bien son conceptos relacionados, son diferenciados. También es cierto que todo vehículo autónomo necesariamente es, por sus características, un vehículo conectado, pero no todo vehículo conectado es un vehículo autónomo.

CAR (2017 Citado en CAAT, 2017) define el vehículo conectado como “Connected vehicles are vehicles that use any of a number of different communication technologies to communicate with the driver, other cars on the road (vehicle-to-vehicle [V2V]), roadside infrastructure (vehicle-to-infrastructure [V2I]), and the “Cloud” [V2C].” [los vehículos conectados son vehículos que utilizan cualquier tipo de tecnología digital para comunicarse con el conductor, con otros vehículos por la carretera (Vehículo a Vehículo, V2V), con una infraestructura (V2I) y/o con la nube (V2C)]

Por tanto, cualquier vehículo con alguna tecnología de conectividad como wifi, bluetooth o incluso los sistemas de llamada automática a emergencias en caso de accidente se consideran vehículos conectados. Sin embargo, se trata de las tecnologías más sencillas, pues el vehículo conectado puede integrar otras tecnologías como aquellas que permitan la localización del vehículo o aquellas que monitoricen parámetros del vehículo como su estado, o incluso tecnologías que vinculen mediante IoT<sup>2</sup> al vehículo con el móvil y que permitan controlar ciertos aspectos a distancia como pueden ser arrancar el vehículo o poner la calefacción.

Ya hemos dicho que un coche conectado no necesariamente es un coche autónomo. Sin embargo, el avance que se espera en el futuro del coche conectado va a facilitar en gran medida el desarrollo del coche autónomo. De esta manera, el futuro del coche conectado pasa por vehículos controlados desde cualquier parte, vehículos que se comunicarán e informarán entre vehículos, además conectados con las futuras

---

<sup>2</sup> Internet de las cosas.

carreteras (Smart Roads) e incluso integrados con las Smart Cities (Cascajo Sastre, 2019). Para lograr que esto suceda es fundamental lograr el desarrollo e implementación de aquellas tecnologías de comunicación como puede ser el 5G.

## Beneficios e inconvenientes del vehículo autónomo.

Está claro que la llegada del vehículo autónomo va a traer aparejada una serie de beneficios y de inconvenientes que es necesario analizar y tratar de cuantificar para poder asimilar el impacto que va a tener.

### Beneficios.

- **Seguridad.** Diversos estudios apoyan que el primer gran beneficio del coche autónomo es la seguridad. Según un estudio de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017) “cada año mueren cerca de 1,3 millones de personas en las carreteras del mundo entero, y entre 20 y 50 millones padecen traumatismos no mortales”. Un estudio realizado por NHTSA (2008) demostró que alrededor de un 93% de los accidentes - ya sea error de reconocimiento, error en la toma de decisión... – han sido causador por error humano. Es importante tener en cuenta en este último dato que mientras que es verdad que a veces existe otro componente como puede ser mal estado de las carreteras o infraestructuras, también es cierto que siempre existe un margen de error humano y que es el que acaba provocando el accidente. Por tanto, con esas cifras, si eliminamos al factor humano de la ecuación conseguiríamos reducir la cifra de accidentes a prácticamente ninguno.

Relacionado con este beneficio, de acuerdo con un estudio de KPMG & CAR (2012), al reducir ese error humano y por tanto la tasa de accidentes, se rebajarían enormemente las primas de los seguros, incluso podríamos llegar a un nuevo modelo que todavía no imaginamos. Esta cuestión se abordará posteriormente.

- **Ahorro de tiempo.** Este beneficio se va a traducir de diversas maneras. La primera de ellas es a través de la optimización de rutas. Como se menciona en el apartado 2.2. Distinción entre vehículo autónomo y conectado, los vehículos autónomos serán capaces de comunicarse a través de sistemas V2V y V2I. De acuerdo con una publicación de Fagnant y Kockelman (2013) los vehículos

autónomos van a ser capaces de elegir la más rápida y mejor ruta en función de los datos que recojan de otros vehículos. La segunda manera va a ser a través de la reducción de los atascos, que son provocados por una descoordinación entre conductores por las frenadas y acelerones constantes. Los vehículos autónomos se comunicarán entre ellos a través de la tecnología V2V y les permitirá conocer las intenciones del vehículo que les precede, de esta manera coordinarán los movimientos de los vehículos, actuarán de acuerdo con lo que hacen los otros, y podrán aprovechar la distancia entre vehículos al conocer cuando y cuánto van a frenar, llegando a aumentar la velocidad durante el tráfico entre un 8% y un 13% (Fagnant y Kockelman, 2013). De esta manera se aprovecha también el número de vehículos que caben en la vía. Gracias a la tecnología V2I los vehículos autónomos serán capaces de optimizar la aceleración, el frenado y la velocidad gracias a la información que le transmita la infraestructura (Anderson, et al., 2014). Por último, se ahorrará tiempo de aparcar, ya que podrá hacerlo el vehículo por sí mismo mientras los pasajeros ya están en destino.

- **Ahorro de gasolina.** Relacionado con el punto anterior, la elección de las rutas óptimas, la reducción de los atascos, de los acelerones y frenazos, la información aportada por los sistemas de comunicación V2V y V2I van a permitir en su conjunto un ahorro de gasolina, que según estudios va a rondar entre un 23% y un 39%. Inherentemente una reducción en el consumo de gasolina permitirá una reducción de la misma proporción en el impacto medioambiental de los vehículos.
- **Aumento de la productividad.** Como se explica en el estudio de Anderson et al. (2014) al no ser necesario un conductor, el pasajero del vehículo podrá invertir el tiempo del trayecto en otras tareas como trabajo, entretenimiento e incluso dormir. Otra manera de ahorrar de tiempo y aumento de productividad es para aquellas personas que tienen que llevar a otras, por ejemplo, unos padres que tengan que llevar a sus hijos a una actividad extraescolar. De esta manera pueden invertir ese tiempo en otras tareas. Este último punto deriva en el siguiente beneficio.
- **Movilidad.** El vehículo autónomo va a permitir desplazarse a personas sin permiso de conducir. Dentro de este grupo encontramos a niños, ancianos, jóvenes e incluso gente enferma. Esto va a permitir a estos grupos, según la

publicación de Ayodele y Ragland (2003), beneficiarse de una mayor independencia, de poder reducir el aislamiento social debido a sus circunstancias y acceder a ciertos servicios que no podían como consecuencia de su aislamiento.

- **Eficiencia.** Diversos estudios han demostrado que un vehículo permanece entre el 90% y 97% de su vida útil aparcado. Según Shoup, (2005) de la Universidad de California en Los Ángeles, en EE. UU. los vehículos permanecen aparcados un 95% del tiempo de su vida útil. En España las cifras son mayores, lo que es debido a las distancias que es necesario recorrer en función del distinto estilo de vida americano y español. En España los coches permanecen aparcados un 97% de su vida útil (Sanz, Vega y Mateos, 2014). Por lo que está claro que existe un bajo aprovechamiento de la flota de los vehículos, situación que podría cambiar con la llegada del coche autónomo, pues podría estar funcionando más tiempo sin un conductor, aprovechando por ejemplo los distintos horarios de los miembros de una familia. Otra forma de aumentar la eficiencia y aprovechamiento de los vehículos es con el *car sharing*. Con este modelo de uso de los vehículos, puede reducirse la flota de vehículos que está en propiedad de los individuos para dar paso a este modelo de transporte, que a su vez reduciría los costes de aparcamiento al estar siendo aprovechados una mayor parte del tiempo. Esta medida se analizará más adelante.

### Inconvenientes.

Más que inconvenientes se puede tratar de barreras, sobre todo en el ámbito de la seguridad y privacidad, que supongan un freno a la incorporación de estos vehículos o problemas a los que se pueden enfrentar y se debe buscar una solución.

- **Costes.** Una de las principales barreras ahora mismo es la de los costes que conlleva la fabricación de este tipo de vehículo. Shchetko (2014) establece que la tecnología que usan los vehículos autónomos, denominada LIDAR<sup>3</sup>, tiene un coste de entre \$30.000 y \$85.000 por vehículo. Por lo que hasta que estos costes no se reduzcan es probable que la mayoría de la población no estará dispuesta a o no podrá permitirse comprar estos vehículos.

---

<sup>3</sup> LIDAR: Light Detection and Ranging. Se trata de un sistema que permite desde el vehículo determinar la distancia a la que se encuentran ciertos objetos usando un haz láser.

- **Aceptación.** Dentro de esta barrera incluimos personas que simplemente no les gusta la idea ya que disfrutan conduciendo y no quieren desprenderse de ese placer. Incluimos también a las personas escépticas por la tecnología, por miedo al fallo, a que puedan provocar un accidente por no ser fiables al 100%. Por último, la ciberseguridad, el miedo a que puedan violar tu intimidad o peor, hackear los vehículos y poder controlarlos pudiendo provocar grandes desgracias.
- **Software.** De acuerdo con Fagnant y Kockelman (2013) pese a los sistemas de detección de objetos que presenten estos vehículos, en un ambiente urbano los obstáculos que aparecen pueden ser de todos los tamaños y formas imaginables, lo que puede dificultar en gran medida la detección de estos y por tanto la reacción del vehículo. Relacionado a esto es conocido el caso de un vehículo autónomo de Uber que atropelló y mató a una mujer. El caso es que el coche solo estaba programado para detectar peatones en sitios habilitados como un paso de cebra, mientras que la mujer cruzó repentinamente por donde no debía. El coche no la detectó hasta después del accidente y por ello la atropelló. Por ello es necesario la mejora de la tecnología y preparar al vehículo para todas las situaciones posibles.
- **Cyber seguridad.** Otra barrera a la que se enfrentará este vehículo es la cyber seguridad, el evitar ser hackeado, lo que puede llevar a dos problemas: el robo de información privada y el poder controlar el vehículo pudiendo causar problemas mucho mayores, como accidentes. Según recoge Loughran (2017) desde NVIDIA están concienciados de los posibles cyber ataques y hackeos y es por ello por lo que el procesador que han creado para estos vehículos está dotado de una AI<sup>4</sup> que como Establece Shapiro (citado en Loughran, 2017) “monitorizará constantemente cómo el software está interactuando con el vehículo. Si ve que algo está mal, intentará evitar que se produzca una acción injustificada o que el coche se pare sin causar un accidente.” Shapiro también comenta (citado en Loughran, 2017) que tienen "un montón de sistemas de respaldo y copias de seguridad para las copias de seguridad, así que, si algo sucede, sin importar si se trata de un fallo del sistema o de algún tipo o alguna forma de piratería informática, entonces hay múltiples sistemas que se harán cargo si se detecta algo y hay un problema.”

---

<sup>4</sup> Inteligencia Artificial en sus siglas en inglés.



De esta manera vemos que la ciber seguridad es un problema, pero del que se tiene constancia y se trata de combatir para evitar mayores desgracias y para evitar a su vez un sistema que pueda compartir información privada de las personas y por tanto esta pueda obtenerse.

- **Trabajo.** Otro problema que supondrá el vehículo autónomo es la resistencia de ciertos colectivos que de llegar a una buena implementación de este vehículo y de sistemas alternativos de transporte y de *car sharing* perderán sus puestos de trabajo, como pueden ser taxistas, conductores de autobús, los *riders* de sistemas de *food delivery*, incluso talleres, aseguradoras y muchos más colectivos.
- **Coexistencia con vehículos tradicionales.** Hasta que la incorporación del vehículo autónomo no sea plena, durante un tiempo va a tener que coexistir con el vehículo tradicional lo que puede poner en riesgo la plena y eficaz operatividad del primero, ya que el comportamiento de los segundos al fin y al cabo depende sus conductores, que pueden llegar a actuar de manera irracional o intempestiva. Si es un vehículo conectado, se puede facilitar esa interrelación entre vehículos autónomos y no autónomos, cosa que dificulta todo en el caso de que no sea un vehículo conectado.

Así, podemos ver que la implementación de estos vehículos presenta grandes ventajas, pero también viene aparejado de obstáculos e inconvenientes, los cuales hay que sopesar y valorar, pero también continuar con el desarrollo de la tecnología para poder eliminarlos en la medida de lo posible.

## Vehículo autónomo en el presente.

Si bien es cierto que a la tecnología de la que disponemos no le falta mucho para poder ser operativa de manera real en un vehículo autónomo, existen otros muchos factores que hacen que éste no tenga una gran presencia en la actualidad. Entre estos factores podemos encontrar el precio de la tecnología necesaria, ciertas barreras legales y regulatorias, cuestiones relativas al control, la seguridad, la privacidad, la responsabilidad en caso de accidente, los dilemas éticos en caso de accidente y la aceptación de éste por el consumidor.

Para comprender la situación actual, en primer lugar, se va a analizar el apartado legislativo respecto al vehículo autónomo.

### Legislación del vehículo autónomo.

En muchas ocasiones la realidad va por delante del derecho. La situación no es distinta con el vehículo autónomo, y es que, en este caso la tecnología va muy por delante de la legislación. Para contextualizar de manera muy general a nivel internacional, en la Convención de Viena de 1968 se recogía que los conductores debían tener ambas manos en el volante. De esta manera esta regulación está impidiendo los vehículos autónomos de nivel SAE 4 y 5.

No existe de momento una norma a nivel europeo que regule este vehículo, y por ello son los Estados dentro de sus competencias los que han decidido regular o no en este aspecto. A nivel nacional, en España no existe todavía norma de rango legislativo que regule dicho vehículo. De hecho, la legislación existente parece contraria a la naturaleza del vehículo autónomo, y es que como se menciona en el Real Decreto Legislativo 6/2015, que regula la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial, “el conductor debe estar en todo momento en condiciones de controlar su vehículo” (Boletín Oficial del Estado (BOE), 2015). Al ser necesario que el conductor sea el encargado de supervisar y controlar la conducción en todo momento, parece excluir también los vehículos de nivel SAE 4 y 5, aunque sí parece incluir los vehículos de nivel 3 siempre y cuando el conductor esté supervisando la conducción.

Continuando el análisis de la legislación nacional respecto al tema se encuentra el Real Decreto Legislativo 8/2004, que regula la Ley sobre responsabilidad civil y seguro en la circulación de vehículos a motor. “El conductor de vehículos a motor es responsable, en virtud del riesgo creado por la conducción de estos, de los daños causados a las personas o en los bienes con motivo de la circulación” (BOE, 2004). De nuevo la legislación parece excluir los vehículos de nivel SAE 4 y 5, al considerar solamente como posibles casos en los que haya un conductor, que será responsable de los daños.

De esta manera la legislación española deja un vacío respecto a los vehículos autónomos de nivel 4 y 5, y en ambas leyes solo se tiene en consideración o como una posibilidad en nuestras carreteras los vehículos de hasta nivel 3. Se ve así que en España la legislación va por detrás de la tecnología, que continúa su avance, pero se encuentra con obstáculos que dificultan su desarrollo. El único avance en este sentido en nuestro país es la ya mencionada instrucción 15V-113, pero ni siquiera llega a rango

legislativo. Esta instrucción está “destinada a la regulación de la concesión de las autorizaciones especiales para la realización de pruebas y ensayos de investigación, realizados con vehículos autónomos en vías abiertas al tráfico en general” (DGT, 2015, p.1). Si bien no es definitivo, es un primer paso hacia la introducción de estos vehículos en nuestra legislación al permitir las pruebas en carretera de vehículos autónomos de nivel 3, 4 y 5, previa autorización.

Otro aspecto que deberá tener en cuenta la legislación a la hora de regular el vehículo autónomo es la privacidad de los datos. Vivimos en la era del dato, en el que empresas recopilan sin parar nuestra información, y el vehículo autónomo, como vehículo conectado deberá contar con una legislación adecuada que lo proteja y establezca unos estándares de seguridad para dar confianza.

España no es el país más avanzado en cuanto a legislación del vehículo autónomo, y otros países como EE. UU., Alemania o China cuentan con legislación más avanzada sobre el tema, lo que facilita las pruebas y la introducción de este vehículo.

En EE. UU., pese a que no es muy avanzada, ya cuentan con una ley a nivel federal. Esta se llama *American Vision for Safer Transportation through Advancement of Revolutionary Technologies Act* o de manera abreviada *AV START Act*. Esta ley se puede simplificar en que para hacer pruebas con estos vehículos, debe haber un conductor humano a bordo, éste debe haber realizado un curso específico y el vehículo debe contar con un modo seguro en caso de que falle algún sistema.

A nivel estatal, más de 40 Estados han legislado sobre este vehículo. Aunque deben avanzar más a nivel Federal, cuenta con un gran desarrollo legislativo, y esto ha posibilitado que sea uno de los países más avanzados del mundo en lo que a pruebas de este vehículo se refiere.

China es otro país muy avanzado en las pruebas que se realizan con vehículos autónomos. Han publicado leyes a nivel nacional que regulan sobre la seguridad vial de este vehículo y también a nivel local existen leyes. A nivel gubernamental publicó el Reglamento sobre la Administración de Pruebas en Carreteras de Vehículos autónomos. Desde el Gobierno están haciendo esfuerzos por regular este asunto por su intención de reorientar su industria hacia una industria de más alta tecnología.

Alemania sabemos que es uno de los países líderes en automoción con marcas como BMW, Mercedes, Audi, etc. Por ello publicó en 2015 su Estrategia para la conducción autónoma y conectada, con la intención de ser líder, no solo en el sector de la automoción en general, sino en este sector de vehículos.

Aunque España no es el mejor ejemplo para tomar en lo que refiere a la regulación bajo leyes del vehículo autónomo, en el mundo hay otros países que nos llevan ventaja y están más avanzados. Sin embargo, esta regulación sigue sin ser suficiente, ya que en muchos casos se limita a la autorización de pruebas y como mucho a permitir vehículos de nivel 3. Por ello es necesario cooperar a nivel nacional e internacional para poder homogeneizar una regulación que facilite la introducción de este vehículo y que resuelva las dudas y vacíos legales que existen actualmente. Entre estos vacíos que deja la legislación es muy importante resolver el de quien será responsable en caso de daño o accidente, ya que no habrá una persona responsable.

### Aceptación del vehículo autónomo.

Otro gran factor que afecta a la presencia hoy en día del vehículo autónomo es la percepción que tiene el público consumidor de este vehículo y por tanto la aceptación de éste. De hecho, la aceptación del vehículo autónomo por los consumidores constituye una de las mayores barreras para el despliegue de éste (Butterman, 2013). Esta aceptación está influenciada por diversos factores que se han mencionado antes, como son la seguridad, no solo vial, sino a hackeos, robos de información, manipulación; cuestiones éticas que pasan a ser decididas por una AI o la responsabilidad que puedan tener los pasajeros en caso de accidentes.

Pero antes de continuar, ¿qué es aceptación? Para Kollman (1999) la aceptación sobrepasa el proceso de formación de una actitud y de la intención de actuar; la aceptación va más allá de estos procesos y debe traducirse en la adquisición y uso del producto. En otras palabras, si aceptación se traduce con la adquisición de estos vehículos, es necesario generar en los consumidores un alto grado de aceptación para el despliegue de estos.

De acuerdo con Nees (2016), “ganar la aceptación de los usuarios finales será fundamental para el despliegue generalizado de los vehículos autónomos”. También dice Nees (2016), “La aceptación a largo plazo puede verse perjudicada si la aceptación inicial se basa en expectativas poco realistas desarrolladas antes de que las personas interactúen con estos sistemas”. Por tanto, para que estos vehículos tengan una buena aceptación y por tanto despliegue en las carreteras es necesario no causar falsas expectativas y dar a conocer al público objetivo la realidad de este vehículo, ya sea con pruebas o con información, pero que se trate de información veraz. El vehículo autónomo, como se ha mencionado antes tiene muchas ventajas, aunque también algún inconveniente. Es necesario no crear falsas expectativas en los consumidores. Se les

debe acercarse a la verdad sobre los mismos y no a un escenario idóneo. Se debe transmitir los beneficios que tiene este vehículo (ahorro de tiempo, de gasolina, eficiencia... y sobre todo seguridad) para así generar un deseo y una actitud de compra positiva, que se traducirá en aceptación.

Siguiendo con el párrafo anterior, es conveniente saber que el despliegue de estos vehículos no se hará de manera inmediata con vehículos de nivel 5, sino que será un proceso paulatino en el que poco a poco se verá un mayor número con funciones automatizadas y poco a poco vehículos autónomos en un futuro cercano. Así, es importante distinguir entre un escenario ideal de uno real y progresivo para no afectar negativamente a la confianza en esta tecnología y consecuentemente a la aceptación del vehículo autónomo. De acuerdo con Nees (2016) estos escenarios idealizados han provocado que se creen expectativas de que los pasajeros estarán jugando o leyendo un libro, cuando lo más probable es que durante las primeras fases el conductor delegue funciones en el vehículo, pero tenga que estar supervisando y preparado para coger los mandos cuando corresponda.

Entre los beneficios que aporta el vehículo autónomo se ha mencionado el de aumento de la productividad, con el que los pasajeros podrían dedicar tiempo a realizar otras tareas. En este sentido es importante diferenciar entre los niveles en los que el vehículo es totalmente autónomo y en los que el vehículo es autónomo ante ciertas condiciones y el pasajero debe estar supervisando el ambiente. Nees (2016) advierte que estas tareas de supervisión pueden tener un efecto negativo en el beneficio mencionado, ya que las personas no podrían concentrarse en realizar otras tareas debido al deber de supervisar. Por ello es necesario tener confianza en la tecnología, pues de no existir esa confianza, se estaría forzando un exceso de supervisión lo que impediría poder concentrarse en realizar otras tareas y por tanto dejando sin sentido este beneficio. Esto a su vez reduciría la aceptación del vehículo autónomo, por lo que es importante llevar a cabo un proceso de información y de ganar la confianza de los consumidores para así poder lograr una buena aceptación inicial y no dañar la aceptación a largo plazo.

Otro ámbito que afecta a la aceptación del vehículo autónomo es la posibilidad de hackeos, lo que puede desembocar en la manipulación del vehículo o del robo de información privada. Para lograr que esto afecte positivamente a la aceptación es necesario crear sistemas seguros y con cortafuegos que sean capaces de detectar una situación así y capaces de reaccionar; se debe crear en los consumidores una confianza hacia el software. Como se menciona en el apartado de inconvenientes del vehículo ya se está trabajando en ello. La aceptación también puede verse afectada por la

responsabilidad en caso de accidente. Una persona que circula en estos vehículos, pero no está conduciendo, querrá tener la certeza de si será responsable o no, pues de ser responsable probablemente no se delegarán funciones en el vehículo y por tanto no se conseguirá una buena aceptación de este vehículo. Este último aspecto se analizará en mayor detalle más adelante.

Un último elemento que afecta a la afectación es el elemento subjetivo. Éste se mencionará también en el siguiente apartado, pero aquí se aborda desde otra perspectiva. A un gran número de personas les gusta la conducción y se sienten identificados con ella (Butterman, 2013). A muchas personas les gusta conducir sus coches, se sienten identificados con ellos, son una parte de su personalidad. Por ello será difícil que ciertas personas renuncien a esto para aceptar los vehículos autónomos. Para lograrlo es necesario poner en una balanza los inconvenientes y beneficios de esta tecnología frente a los vehículos tradicionales. Se trata de renunciar a ciertas cosas para ganar otras. Estas cosas que se ganan es principalmente seguridad, y es que en palabras de Musk (citado en Kolodny y Schoolov, 2019): “es casi irresponsable no tener estos vehículos ahí fuera porque son más seguros y serán más seguros que los conductores humanos (...)”.

### Tecnología del vehículo autónomo

El otro factor que tiene gran influencia en el estado del vehículo autónomo hoy en día es el de la tecnología necesaria para su funcionamiento. Ya se ha mencionado antes que quizás su precio pueda ser un inconveniente, pero conforme se desarrolle se abaratará. Sin embargo, dentro de la tecnología el precio no es el único elemento para tener en cuenta, sino que también tiene importancia la tecnología misma y un elemento subjetivo, que es la opinión y percepción que tienen los consumidores sobre aquella.

En primer lugar, no solo basta con que la tecnología esté preparada para ser puesta en la calle y alcanzar ese escenario ideal que se plantea. Incluso aunque alcance la tecnología para poder fabricar un vehículo autónomo de nivel 5, si los consumidores no están preparados, sea el motivo que fuere, es difícil que el vehículo tenga una gran aceptación.

Aunque no existieran las limitaciones tecnológicas actuales, sería necesario e incluso preferible introducir gradualmente los sistemas de automatización. De este modo, los operadores de vehículos y la red de transporte se seguirían beneficiando, y se daría tiempo a los consumidores para aprender y empezar a confiar en la tecnología. (KPMG & CAR, 2012, p.19.)

Como se deduce del estudio hay un elemento subjetivo muy importante que incluso puede afectar de manera negativa, aun siendo la tecnología autónoma totalmente funcional. Los seres humanos necesitamos un período de adaptación ante estas novedades y por ello no deben ser introducidas de golpe. Además, en estas tecnologías que pretenden aumentar la seguridad y reducir, cuanto menos, la accidentalidad, es necesario avanzar con precaución ya que la mala publicidad, aun siendo errónea, puede ser capital y sentenciar el desarrollo de los vehículos autónomos (KPMG & CAR, 2012).

Continuando con el punto de la mala publicidad, es fundamental dar a conocer esta tecnología con sumo cuidado. A modo de ejemplo de la mala publicidad, incluso siendo la tecnología autónoma más segura, cuando un vehículo de Uber que estaba en pruebas atropelló y mató a una ciclista en 2017, se empezó a poner en duda esta tecnología. Nees (2016) afirma:

El despliegue inicial de los coches autónomos podría ser frenado o perjudicado si la tecnología se recibe con decepción. La confianza en la automatización está influenciada por las expectativas y actitudes que se desarrollan antes de que una persona use un sistema.

Así es importante no crear falsas expectativas sobre la tecnología autónoma pues esto al final provocar que la aceptación a largo plazo no sea la deseada (Nees, 2016).

En segundo lugar, la tecnología en sí misma. Como se menciona en el punto anterior es necesario conseguir que la tecnología autónoma sea fiable para evitar mala publicidad. De ahí que actualmente nos encontremos en una fase en la que se realizan muchas pruebas para conseguir la mejora y desarrollo de esta tecnología. Hace un par de años, y como dice Zakhor (citado en Kolodny y Schoolov, 2019) se pensaba que los algoritmos y la tecnología estaban preparados para ser desplegados, que ya eran muy buenos, hasta que ocurrieron accidentes.

A raíz de los accidentes se está tomando el desarrollo con más cautela y atención y quizás por eso no se han cumplido los plazos que se esperaba para el despliegue de este vehículo. Recordando el accidente que se ha mencionado antes del coche de Uber que estaba en pruebas se ve que, si bien a la tecnología no le falta mucho, es necesario trabajar más en ella, contemplando todos los escenarios posibles, para que, llegados a una situación complicada, el vehículo sepa cómo actuar, y los consumidores puedan saber que aquel actuará de una manera segura. Después del accidente se comprobó que no fue un fallo de la tecnología sino de programación, ya que el coche no estaba programado para identificar peatones si no estaban cruzando por una zona específicamente delimitada para ello, como estaba haciendo la víctima; debido a ello el

coche no identificó a Elaine como peatón hasta 1,2 segundos antes del accidente, siendo ya tarde para reaccionar (Álvarez, 7 de noviembre de 2019). De esta manera se puede ver que no se trata tanto de un retraso en la tecnología disponible sino del cómo se programa y se usa.

A pesar de no estar tan lejos en cuanto a tecnología, y a pesar de las previsiones de expertos en la industria, la realidad es que actualmente no existen vehículos autónomos a la venta de los consumidores. El fundador de Tesla, Musk (citado en Kolodny y Schoolov, 2019) dice que Tesla: "parece estar en camino de conseguir al menos un acceso anticipado de una conducción autónoma completamente funcional para finales de este año". A pesar de estas previsiones optimistas, la realidad es distinta, si bien es cierto que Tesla es la empresa más avanzada en este aspecto.

Actualmente lo máximo en automatización que se encuentra en el mercado es el sistema Autopilot de Tesla, muy cercano al nivel 3 de automatización propuesto por SAE. Muy de cerca le sigue el sistema de Mercedes conocido como Distronic Plus. Sin embargo, lo más normal es encontrar vehículos con funciones automatizadas de nivel 2, que no son capaces de detectar y reaccionar ante objetos eventuales. En el ámbito de las pruebas sí que están más avanzados, y los coches de Waymo o los de Uber se consideran de nivel 4.

Como se ve, quizás los factores que más afectan a como está el vehículo autónomo en la actualidad son la tecnología y la aceptación de los consumidores, que puede llegar a ser incluso más relevante que la tecnología misma si se produce un conocimiento erróneo de la misma. A continuación, le sigue el factor legislativo, sin embargo, este no cobra tanta importancia a la hora de determinar la presencia de estos vehículos. La combinación de estos factores ha provocado que hoy en día solo tengamos vehículos de nivel 3 a disposición de los consumidores.

## Cuestiones éticas inherentes al vehículo autónomo

La tecnología autónoma va a traer una serie de beneficios entre los que se encuentra la seguridad. Este beneficio se traduce en que va a eliminar o rebajar en gran medida el elemento del error humano en la siniestralidad, lo que significa que se va a reducir drásticamente el número de accidentes que se producen. Sin embargo, ninguna tecnología es perfecta, y pese a que se va a reducir la siniestralidad, no significa que se vayan a eliminar por completo los accidentes. Pueden surgir accidentes debido a



fallos en el sistema, a si el pasajero toma el control del vehículo o a algún objeto imprevisto que aparece en la carretera.

Podría parecer sensato en estas situaciones de accidente inminente que el vehículo entregue los mandos al conductor, sin embargo, la velocidad de reacción de las personas es menor que la de la tecnología, por lo que lo mejor es entrenar a los vehículos para tener la certeza de como actuarán ante estas situaciones (Nyholm y Smids, 2016)

La cuestión aquí es que, al delegar la conducción, y por tanto la toma de decisiones, a una máquina, en situaciones de accidente inminente, estas decisiones serán tomadas por el vehículo. Si bien la tecnología autónoma pretende reducir los accidentes, es posible que llegue a situaciones en las que tenga que elegir entre dos males, con una gran carga ética. Como ejemplo sencillo de esto muchos autores señalan las similitudes entre el dilema del tranvía<sup>5</sup> y las decisiones que debería tomar el vehículo autónomo. Pero el vehículo no toma las decisiones por qué ha aprendido el solo, sino que actuará según se haya programado, por lo que las decisiones en última instancia son fruto del fabricante o del productor de la tecnología autónoma.

Si bien es cierto que el vehículo autónomo va a salvar muchas vidas, es posible que por el contrario vaya a quitar otras. Imagínese el caso de un vehículo que, en caso de estar ante una situación de accidente inminente, decida siempre salvar a los pasajeros, incluso a costa de unos peatones inocentes. Quizás si un conductor hubiera estado controlando el vehículo hubiera reaccionado de otra manera. Pero para la ética del utilitarismo, si al final en cifras absolutas son más las vidas que se salvan de que las nuevas que se quitan, esta situación es ética. Pero esto no es así en la vida real y la vida es mucho más que cifras, por lo que hay que hacer un análisis en más profundidad de la ética de estas situaciones.

Debe estar claro que estos vehículos van a contribuir a reducir drásticamente el número de accidentes y, por tanto, de muertos en la carretera. Sin embargo, aunque sean pocas, habrá situaciones en las que tendrán que decidir, y ante una mala programación podrían convertirse en máquinas de matar. Surge aquí un debate muy importante sobre cómo debe programarse el algoritmo de decisión del vehículo una vez se llega a una situación de decidir entre dos males y la ética que hay al fondo de esto. Como se cuestionan Nyholm y Smids (2016): “¿deberían programarse los vehículos autónomos para

---

<sup>5</sup> Un tranvía corre fuera de control por una vía. En su camino se hallan cinco personas atadas a la vía por un filósofo malvado. Afortunadamente, es posible accionar un botón que encaminará al tranvía por una vía diferente, por desgracia, hay otra persona atada a ésta. ¿Debería pulsarse el botón?

minimizar siempre el número de muertes? ¿O tal vez deberían estar programados para salvar a sus pasajeros a toda costa? ¿Qué principios morales deberían servir de base para estos algoritmos de accidentes?” (p.1275).

Algunos fabricantes como es el caso de Mercedes lo tienen claro. Quieren desentenderse de los problemas éticos de estas situaciones optando por salvar la vida del conductor. El director superior del departamento de seguridad activa de Mercedes, Christopher Von Hugo (citado en Sorrel, 2016) dice: “Si sabes que puedes salvar al menos a una persona, al menos salva a esa. Salva a la del coche”. Además, aunque el vehículo tratase de salvar a otras personas, no se puede saber que acabaría pasando, si esas otras personas morirían igualmente, por ello la prioridad es salvar al conductor, que es a quien se sabe que se puede salvar (Von Hugo, citado en Sorrel, 2016). Pero en defensa de sus palabras, el vehículo autónomo será mejor que el conductor medio, y por tanto más seguro, llegando a evitar muchas situaciones de colisión que se hubieran producido en manos de un humano (Von Hugo, citado en Sorrel, 2016).

Esta manera es una forma de alejarse de dilemas éticos a fin de dar seguridad a sus consumidores y de poder dar respuesta a la cuestión de qué hará el vehículo en caso de accidente inminente. Pues, ¿quién compraría un coche que a la hora de la verdad se sabe que antepondría la vida de otros a la de los pasajeros? Desde luego es, desde el punto de vista comercial, una buena política a seguir. Sin embargo, la vida humana entraña mucho más que eso y no se puede alejar la cuestión ética de cualquier manera.

Se ha mencionado que algunos autores señalan las similitudes con el dilema del tranvía. Sin embargo, a diferencia del dilema del tranvía en el que una persona tiene que decidir cuando el accidente es inminente, el coche autónomo ha de ser programado desde el momento de su fabricación (Nyholm y Smids, 2016). Eso que hay que enseñarle al vehículo, el fondo con el que hay que programarlo es una ética. El problema es que no existe una ética universal con la que todos estemos de acuerdo. Probablemente esto va a dar cierta libertad a los fabricantes a imponer una ética que ellos consideren adecuada, y los consumidores comprarán la tecnología autónoma que más se asimile a su pensar.

No existe una ética universal y ésta será diferente según los países y la cultura, pero sí que hay aspectos comunes a todas las éticas. Un estudio realizado por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) a través de su plataforma *Moral Machine*, ha conseguido realizar encuestas con más de 2 millones de respuestas sobre situaciones con elevada carga ética en la que el vehículo autónomo va a tener un accidente y se pide que se tome una decisión entre dos opciones. En él se presentan situaciones muy distintas que combinan los siguientes factores: niños, niñas, hombres, mujeres,

ancianos, ancianas, ladrones, ejecutivos, gente con sobrepeso, gente deportista, perros, gatos y semáforos; unas veces en verde y otras en rojo.

El estudio ha atraído respuestas de más de dos millones de personas de más de 150 países. Si bien no es posible establecer una ética universal, con este estudio es posible sacar ciertas conclusiones. Y es que según Awad et al. (2018): “hay tres preferencias que las personas tienden a aprobar más”: en primer lugar, es casi indiscutible que la preferencia entre salvar a un ser humano o a un animal, es salvar al ser humano. En segundo lugar, toma gran importancia el número de personas que se ven involucradas en la situación. A este respecto, según el estudio tiene preferencia salvar al mayor número de personas posible. Así, si se diera un caso en el que cruzan por un paso de cebra 3 personas y va solo una en el coche, se trataría de salvar a los peatones. La tercera gran preferencia que se puede sacar en claro del estudio es la edad. Hay una preferencia de salvar la vida a las personas más jóvenes que a las mayores, los ancianos.

Esto son solo las respuestas a un estudio, que, sin embargo, dado el volumen de respuestas, podríamos valorar como una especie de ética universal. Otro factor relevante de la encuesta es la legalidad. En el estudio se ha visto reflejado en si el semáforo estaba en verde para los coches o para los peatones. La realidad según el estudio es que no es absolutamente importante el cumplimiento de la legalidad a la hora de tomar una decisión. Si bien llevado al plano ético puede tener cierto sentido, no lo tiene tanto en la práctica, en la que es necesario programar los vehículos autónomos para que actúen ante ciertas circunstancias, y evidentemente deben estar programados para obedecer la legislación, por lo que estas preferencias éticas complicarían aún más el proceso de programación.

Siguiendo con el estudio, se ha podido concluir que existen preferencias regionales, complicando aún más la existencia de una ética universal. Por ejemplo, se puede concluir que los asiáticos tienden a salvar más a las personas mayores que los países occidentales. O también se puede concluir que en los países occidentales existe preferencia antes las personas atléticas a las personas con obesidad.

Pero al final los resultados del estudio se tratan solo de preferencias de personas a lo largo de todo el globo. Estas preferencias han puesto por encima unas vidas sobre otras, sin embargo, esto viola directamente el derecho a la igualdad y el deber de no discriminar por razón de sexo o edad. Por esta razón es aún más complicado programar el algoritmo en caso de accidente de estos vehículos.

Parece muy difícil establecer unas normas con ánimo de ser globalmente válidas, ya que las circunstancias son distintas. Pero Alemania se ha atrevido a pronunciarse sobre el asunto. Desde el Ministerio de Transporte se creó una comisión formada por ingenieros, abogados, juristas de reconocido prestigio, filósofos... con el fin de crear un código de normas morales sobre este asunto que se está tratando del vehículo autónomo.

Se tomó como referencia el estudio de Moral Machine, aunque no sigue los resultados de éste en todos los aspectos. Como resultado publicaron un Código ético de 20 normas que deberían seguir los coches autónomos. Si bien no son normas con carácter imperativo, sí que se crean con la finalidad de que sirvan a menos como guía, base o inspiración a la hora de programar uno de estos vehículos.

Entre sus normas, menciona Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure. (FMTDI, 2017): “el propósito principal de los sistemas parcial y totalmente automatizados es mejorar la seguridad para todos los usuarios de las carreteras” (p.10). También dice FMTDI (2017): “El otorgamiento de licencias de sistemas automatizados no es justificable a menos que prometa producir al menos una disminución del daño en comparación con la conducción humana” (p.10).

Entre otras cosas también se menciona que los organismos públicos son responsables de garantizar la seguridad al introducir estos sistemas, que debe quedar claro en todo momento quien es responsable en caso de daños o que en caso de accidente inevitable se debe proteger la vida humana a toda costa por encima de los daños materiales y la propiedad privada.

Sin embargo, hay una distinción fundamental entre el estudio de Moral Machine y el Código de normas morales, y radica en la norma número 9:

En el caso de situaciones de accidentes inevitables, cualquier distinción basada en características personales (edad, sexo, constitución física o mental) está estrictamente prohibido. También está prohibido compensar a las víctimas entre sí. La programación general para reducir el número de las lesiones personales puede ser justificables. Las partes implicadas en la generación de riesgos de movilidad no deben sacrificar a las partes no implicadas. (FMTDI, 2017, p.11)

Con esta norma se está garantizando el derecho a la igualdad, y es que de no ser así se estarían tomando acciones discriminatorias contra algunos colectivos al poner su vida en menor valor que la de otras personas.

Como se ve, este apartado del vehículo autónomo es muy complejo, discutido y polémico. Es muy difícil llegar a unas normas que se consideren éticas en todo el mundo, aunque sí que es posible llegar a ciertos puntos en común. De todas formas, habrá personas que siempre querrán que se salve su vida (el caso de Mercedes) y otras que preferirán salvar el número de personas. Una posibilidad hoy en día es que los fabricantes lleguen a distintos sectores del mercado en función de cómo han sido programados sus vehículos. Lo que está claro es que es un punto complicado y queda mucho debate para poder resolverlo.

## Responsabilidad en caso de accidente.

En España la tenencia de un vehículo a motor lleva aparejada la obligación de suscribir un seguro de responsabilidad civil para proteger a las cosas y a las personas a las que se les pueda causar daño debido a un accidente. Así lo refleja BOE (2004) en el artículo 2:

Todo propietario de vehículos a motor que tenga su estacionamiento habitual en España estará obligado a suscribir y mantener en vigor un contrato de seguro por cada vehículo de que sea titular, que cubra, hasta la cuantía de los límites del aseguramiento obligatorio, la responsabilidad civil a que se refiere el artículo 1

Como se ha mencionado en el apartado de legislación del vehículo autónomo, “el conductor de vehículos a motor es responsable, en virtud del riesgo creado por la conducción de estos, de los daños causados a las personas o en los bienes con motivo de la circulación” (BOE, 2004).

Así en España está claro que es obligatoria la suscripción de un seguro de responsabilidad y que debe haber una persona asegurada. Ya se ha mencionado que el vehículo autónomo lo podrá ser de manera plena o que sea un vehículo con funciones automatizadas. Esto significa, tanto para la conducción en sí, como para el seguro de responsabilidad, la existencia de dos escenarios distintos que habrá que analizar de manera separada.

En cualquier caso, el modelo de seguro como lo conocemos hoy en día va a sufrir modificaciones. También va a dar lugar a que cobren protagonismo otras figuras como el fabricante, el programador del software o incluso un nuevo modelo de aseguradora que tenga como asegurado al fabricante.

## Responsabilidad en un vehículo con funciones automatizadas.

En este escenario que se plantea se incluyen los vehículos de niveles 2 y 3. La situación es diferente en función de quien tenga el control del vehículo en el momento del accidente: el conductor o el propio vehículo. De todas formas, es un tema complicado y conviene hacer un mayor análisis.

Hoy en día la responsabilidad en caso de accidente recae siempre sobre una persona, ya sea el propietario del vehículo o el conductor. Además, se ha mencionado anteriormente que el conductor siempre debe estar atento a la conducción. De esta manera se está en una situación en la que, si bien la tecnología permite que el conductor se desentienda momentáneamente de la conducción, éste debe permanecer atento en todo momento y preparado para asumir el control, por lo que parece tener sentido que el conductor siga siendo la persona responsable. También tiene sentido que el conductor pueda más tarde exigir responsabilidad al fabricante, siempre que haya sido diligente en su tarea de supervisión y el accidente se haya producido por un fallo en el sistema autónomo.

Para ello deberán establecerse sistemas que permitan saber con absoluta claridad quien tenía el control del vehículo en el momento del accidente y si el conductor estaba siendo diligente o si, por el contrario, estaba distraído. En caso de estar distraído debería ser responsable.

Pero hoy en día este escenario no plantea mayores problemas dado que, al menos con la legislación que existe, el conductor siempre debe estar atento a la conducción y siempre habrá una persona responsable. En todo caso podrá posteriormente exigir responsabilidad al fabricante o a un tercero implicado y responsable.

## Responsabilidad en un vehículo plenamente autónomo.

Este escenario se antoja mucho más complicado y ni siquiera es posible hoy en día al ser necesario, de acuerdo con la legislación, un conductor. Pero en este caso la complejidad se extiende más allá que solo a la responsabilidad, sino también al seguro y posiblemente cambie el modelo de seguro como hoy lo conocemos.

En primer lugar, y sin entrar todavía en la responsabilidad, ya se ha mencionado que estos vehículos iban a eliminar el error humano de la siniestrabilidad, que, según varios estudios, entre ellos el de NHTSA (2008) reportaba a cerca de un 93%. Al eliminar este

error, se reducirá de gran manera la siniestralidad, lo que debería llevar a una reducción de las primas de los seguros (KPMG & CAR, 2012). Esto va a provocar que las aseguradoras busquen otro modelo de negocio pues en caso contrario, sus beneficios caerían enormemente.

Al desaparecer la figura del conductor responsable las aseguradoras perderían una cuota importante de su trabajo, que será aún mayor teniendo en cuenta que se reducirá la siniestralidad y con ello, las primas. Pero la solución no está en desaparecer, sino en adaptarse.

En segundo lugar, la responsabilidad. Si desaparece el conductor, ¿quién es responsable? ¿El fabricante? ¿el diseñador del software? ¿El productor del hardware? ¿El conductor?

Una posible solución para dar respuesta a estas preguntas es que el fabricante o diseñador del software o de los sistemas autónomos pasen a ser tomadores del seguro. De esta forma las personas o los bienes que resulten dañados irán contra el fabricante, siendo la aseguradora quien responda. Otra posible solución es que desaparezcan las aseguradas en este sector y el fabricante o diseñador del software pase a responder de los daños. Con relación a esto, Arnaldo (citado en Prego, 2019) opina que se cambiará el actual modelo de responsabilidad civil por un seguro de responsabilidad objetiva, en el que el más adecuado para responder es el fabricante. En todo caso, el conductor dejará de ser el responsable de los accidentes. Por ello las aseguradoras deberían diversificar su negocio para no experimentar una pérdida o poder identificar nuevos productos dentro de esto mundo que se abre ante nuestros ojos.

Sea como fuere, es necesario en todo caso saber que es lo ocurrido para poder esclarecer un responsable. El Parlamento Europeo se ha pronunciado sobre el tema diciendo que es necesario saber qué o cómo pasó el accidente. Es necesario establecer algún sistema como las cajas negras de los aviones para poder determinar en último caso quien es el responsable.

### Solución que ha propuesto Reino Unido.

Reino Unido es uno de los países del mundo que está en la delantera en la regulación de este tipo de vehículos. No solo en cuanto a permitir pruebas, sino en cuanto al seguro. En este sentido ha regulado el asunto a través del *Vehicle technology and aviation Bill*. Mediante esta regulación Reino Unido apuesta porque las aseguradoras sigan teniendo un papel importante, estableciendo que la aseguradora del propietario será responsable

de los daños, y en defecto de la aseguradora lo sería el propietario. Así las aseguradoras no perderían la posición que tienen hoy en día y seguirían respondiendo por los daños. Esto no quita que puedan investigar cual ha sido la causa del accidente y ver si la culpa ha sido de defecto del fabricante o de fallos en los sistemas para poder repetir contra ellos.

Esta manera de regular parece haber tenido buena respuesta entre las aseguradoras, y puede ser una forma de regular la responsabilidad, aunque realmente se trata de prolongar el sistema que tenemos vigente, cuando en realidad no hay un conductor responsable del daño.

## Impacto del vehículo autónomo.

Se ha ido comentando a lo largo del trabajo que el vehículo autónomo va a introducir una serie de cambios, con sus ventajas e inconvenientes, pero es innegable que va a suponer un cambio en algunos ámbitos de nuestra realidad a la que el hombre se debe adaptar. Las consecuencias que va a suponer serán distintas en función del escenario que se plantee: el escenario ideal donde todos o prácticamente todos los vehículos han llegado a la automatización total o aquel escenario donde poco a poco se van introduciendo progresivamente vehículos cada vez más automatizados.

## Puestos de trabajo.

Con la llegada del vehículo autónomo van a eliminarse puestos de trabajo de profesionales al volante. Entre estos podemos incluir taxistas, repartidores, chóferes y camioneros. Pero la llega de este vehículo no va a suponer solo pérdidas de trabajo, sino que también generará nuevas oportunidades, tanto entre los propios fabricantes como en la industria auxiliar y los proveedores. Y es que como afirma Martínez-Almeida (20 de abril de 2020):

La popularización de esta tecnología generará numerosas oportunidades. Los puestos de trabajo que puedan perderse podríamos recuperarlos con el surgimiento de nuevas actividades que no imaginamos ahora. (...) La llegada de la conducción autónoma conllevará muy probablemente una importante inversión en infraestructuras (...) Dicha inversión repercutirá positivamente en el empleo a lo largo de varias etapas: innovación, diseño, construcción y mantenimiento.



El impacto positivo en los puestos de trabajo se podrá apreciar en ambos escenarios. Sin embargo, la pérdida de puestos de trabajo relacionados con la conducción se apreciará sobre todo en el escenario más positivo, en el que, al no ser necesarios conductores, no tendrán mucho sentido los taxistas, repartidores o camioneros. En definitiva, todo puesto de trabajo en el que es necesario un conductor.

En primer lugar, se comenta el caso de los taxistas. Para poder ser taxista es necesario disponer de una licencia. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística (2019) en España hay, a fecha 31 de julio de 2019, 69.547 licencias. Se puede decir que por tanto en España hay 69.547 taxistas y por tanto esa misma cifra en número de empleos. Esta cifra se irá reduciendo hasta ser mínima en un escenario en el que habrá una gran flota de vehículos autónomos y servicios de *car sharing* y en el que no será necesario la existencia de conductores, eliminando de la ecuación a los taxistas, o al menos reduciendo enormemente esta cifra.

De manera similar a los taxistas podemos hablar de los chóferes, entre los que encontramos a los conductores de servicios como Uber o Cabify. Para ser uno de estos conductores es necesario una licencia VTC (Vehículo de Transporte con Conductor). Según datos del Ministerio de Fomento en España a octubre de 2019 había 15.943 licencias VTC. Lo que implica que 15.943 conductores podrían perder sus puestos de trabajo con la implementación de los vehículos autónomos.

En segundo lugar, se debe comentar el caso de los camioneros y conductores de furgonetas de transporte de mercancías. Todos los trabajadores de la logística y en concreto del transporte son esenciales. Pero el puesto de estos conductores está en riesgo con la implementación de esta tecnología. Hay dos visiones respecto al transporte de mercancías por carretera. Una de ellas se está estudiando hoy en día y se llama *Platooning* o tren de carretera, y consiste en formar una especie de tren con varios camiones mediante el cual el camión a la cabeza toma las decisiones, y el resto de los camiones, mediante sistemas automatizados y de comunicación, actuarán en función de lo que haga el cabeza de tren. Así se producirían sinergias por la mayor eficiencia aerodinámica y un mejor aprovechamiento del frenado. El papel de los conductores en este caso se vería limitado a supervisar la actuación del sistema en caso de un posible fallo.

La otra visión es en la que los conductores poco a poco van siendo sustituidos por la tecnología autónoma, eliminando los puestos de trabajo de los conductores. Según el Ministerio de Fomento (citado en Martínez-Almeida, 20 de abril de 2020) en España en 2017 la cifra de estos conductores, mayoritariamente trabajadores autónomos, ascendía

a 187.000. Martínez-Almeida (20 de abril de 2020) cree que: “la desaparición progresiva del conductor volverá al sector más intensivo en capital y más concentrado, con empresas desplazando a los transportistas autónomos”. Según el estudio de International Transport Forum (2017):

The adoption of driverless trucks is likely to reduce demand for drivers (...) of the 6.4 million driver jobs in 2030, between 3.4 and 4.4 million would become redundant if driverless trucks are deployed quickly. [La adopción de camiones sin conductor es probable que reduzca la demanda de conductores (...) de los 6,4 millones de puestos de trabajo de los conductores en 2030, entre 3,4 y 4,4 millones serían redundantes si los camiones sin conductor se despliegan rápidamente.]

Esto significa que para 2030 en EE. UU. se perderán entre 3,4 y 4,4 millones de puestos de trabajo de camioneros. En España podemos hacer un símil, pero con nuestro más limitado número de conductores de transporte de mercancías.

También es relevante el crecimiento del comercio electrónico. Este lleva aparejado la contratación de conductores para el reparto. Estos ya se ha mencionado que irán siendo sustituidos por la conducción autónoma. Sin embargo, será necesario la contratación de personas encargadas de la logística, creando más puestos de trabajo.

En tercer lugar, los conductores de autobús. Podemos distinguir entre conductores de autobuses de línea y los conductores de autobuses para viajes. Estos últimos, en cuanto a ser sustituidos, podemos asimilarlo más a los camioneros. En cuanto a los autobuses de línea, al tener rutas cerradas, parecen fácil de automatizar y eliminar la figura del conductor. Sin embargo, debería implantarse un sistema que permita el cobro del billete o el chequeo del abono de manera automática y segura.

En cuarto lugar, los Guardias Civiles de control de tráfico. Esto es más probable en un escenario de alta implementación del vehículo plenamente autónomo. En este caso los vehículos son más seguros que los humanos, y no solo eso, sino que estarían programados para obedecer la ley. Además, podrían evitarse situaciones como la conducción ebria o bajo los efectos de otras drogas, lo que haría reducir los accidentes y consecuentemente los controles.

De acuerdo con Martínez-Almeida (20 de abril de 2020): “En los últimos años su plantilla se ha venido reduciendo paulatinamente hasta contar con menos de 9.000 agentes, un 8,5% menos que en 2011”. Con el aumento de la seguridad y la reducción de la necesidad de control, esta cifra se reduciría aún más.

Otro colectivo que se puede ver afectado es el de los talleres. Ya se comentó en los beneficios que el vehículo autónomo será más eficiente y podrá aumentarse su uso reduciendo la flota de vehículos. También es probable que un número considerable de personas renuncien a tener un vehículo en propiedad y aprovechen el ahorro en usar los servicios de *car sharing*. Esto hará reducir el número de vehículos privados que serán susceptibles de acudir a los talleres para reparación. Las compañías con grandes flotas de vehículos tendrán sus propios talleres y no acudirán al taller tradicional. Además, como serán más seguros, se reducirán los accidentes y por tanto las veces que un coche necesita ir al taller.

Aunque parece negativo por los actuales puestos de trabajo que se van a perder, hay que recordar que el vehículo autónomo va a crear nuevas oportunidades y puestos de trabajo que quizás hoy en día ni siquiera podemos imaginar. Hay estudios que dicen que los puestos que generará son más que los que eliminará y que aumentará los beneficios económicos de la industria.

#### Inserción de colectivos.

Se ha mencionado que este vehículo va a permitir a colectivos que se encuentran socialmente distanciados debido a que no pueden conducir, superar esas barreras y conseguir esa reinserción social. Entre estos podemos encontrar a los niños y jóvenes que no tienen carné, a personas con discapacidades que les inhabiliten de conducir incluso con un vehículo adaptado y a los ancianos que por sus condiciones físicas ya no pueden o deben conducir.

En un escenario de implementación de vehículos plenamente autónomos podrían beneficiarse de ello todos los colectivos mencionados. Con tal de que pudieran programarlo para elegir el destino, podrían beneficiarse de su uso para superar el aislamiento social al que están sometido debido a sus incapacidades y así no depender de terceras personas. Especial interés tienen este beneficio para los padres de los niños. Normalmente la vida social y académica de los hijos implica una gran carga de trabajo y tiempo dedicado de los padres. Gracias al vehículo autónomo podrían conseguir cierta independencia, a la vez que los padres consiguen descargarse de su apretado horario.

En un escenario en que los coches tienen funciones automatizadas, pero todavía no se ha llegado a la plena automatización, quien podría beneficiarse son aquellas personas que por la edad han ido perdiendo capacidades y no tienen ya la habilidad para conducir correctamente, al menos de manera segura. Gracias a las funciones automatizadas y

los sistemas de seguridad, estas personas podrían volver a conducir sin suponer un riesgo para el resto de los usuarios de las carreteras y de la misma forma que antes, reducir el aislamiento social al que se ven sometidos debido a su edad. En este escenario ni los niños ni los discapacitados podrían beneficiarse al ser necesario el carné de conducir.

### Autoescuelas y el carné de conducir.

De nuevo en este caso será diferente en el caso de plena automatización o del escenario progresivo. Las autoescuelas sirven para la formación de las personas en educación vial y para probar las capacidades de una persona para conducir un vehículo. Mientras que el carné de conducir es un medio de prueba de capacidad de conducir, además de una licencia para ello. A medida que se va desarrollando e implementando la tecnología autónoma, es posible que los conductores necesiten estar menos formados en capacidad para conducir, pero por el contrario necesiten conocer más esta tecnología y el cómo funciona para su correcto uso. Lo que es evidente es que las autoescuelas van a verse afectadas por esta tecnología y deben adaptarse para sobrevivir al cambio. Pero no parece que el camino sea la eliminación del carné de conducir y de las autoescuelas, y es que como dicen INTRAS y CNAE (2017):

Necesariamente, los vehículos siempre coexistirán con otros usuarios de las vías públicas (peatones, bicicletas, etc.) y por ello la educación y la formación vial siempre tendrán que ser consideradas como ámbitos necesarios para la seguridad de la sociedad, sin que se puedan desligar de las nuevas tecnologías con las que tendrán que convivir en un espacio compartido. (p.55)

El primer escenario que se plantea es el más cercano, aquel en el que progresivamente habrá más coches autónomos y cada vez más automatizados. En este escenario, por mucho que la persona pueda desentenderse de la conducción momentáneamente, debe estar siempre atento, supervisando y listo para tomar el control del vehículo. Como señala Bayón, de la Confederación Nacional de Autoescuelas (citado en Álvarez, 6 de noviembre de 2017): “en el momento que sea necesario que el conductor intervenga para algo, será necesario el permiso de conducir”. Por lo que parece claro que, pese a que exista automatización durante ciertos momentos o de ciertas funciones, siempre que un ser humano pueda o deba retomar el control de la conducción, será necesario el carné de conducir y las autoescuelas.

Pero estas no continuarán como ahora, sino que deberán adaptarse, de la misma manera que lo hicieron con la conducción con cambio automático y adaptando la legislación permitiendo a las personas sacarse el carné solo para coches con cambio automático. Desde European Transport Safety Council (2016) recomiendan:

Adaptar la formación de los conductores, incluido el desarrollo de un currículo, de modo que estos puedan adquirir conocimientos prácticos de cuándo y cómo usar las funciones de automatización y comprender los aspectos básicos, las ventajas y los límites de la tecnología. (p.24)

Una manera de adaptarse a este cambio podría ser mediante la formación en situaciones en las que el vehículo tiene el control y el humano tiene que reaccionar y tomar los mandos de manera ágil cuando se le solicite. Este es un ejemplo de situaciones que pueden darse con vehículos autónomos de nivel 3 por ejemplo, y las autoescuelas como encargadas de la formación vial, deberán adaptarse para la formación en nuevas áreas. También podrían añadir la formación en los sistemas autónomos, en la tecnología, para que conozcan sobre ésta, para poder usarla o para saber cómo se comportará con el resto de los usuarios.

Así, como mencionan INTRAS y CNAE (2017): “En definitiva, la aparición del vehículo autónomo, que en principio podría percibirse una amenaza para el sector de la formación vial, se puede convertir en una interesante oportunidad” (p.58). Las autoescuelas deben adaptarse e integrar en sus planes de formación la tecnología autónoma tanto en el lado teórico como práctico.

El otro escenario posible es el de los vehículos plenamente autónomos. Si el pasajero no es conductor, sino solo pasajero, ¿necesitará un carné de conducir? Si la respuesta fuera si, ¿qué pasaría con el beneficio de reducción del aislamiento social que podrían tener los niños o discapacitados que no pueden obtener un permiso de conducir?

Si el vehículo fuera de nivel 5, ni siquiera se plantea la posibilidad de que el pasajero pase a ser conductor. Por tanto, la respuesta podría pasar por una especie de permiso de conducir pero que no requiera probar las habilidades al volante, sino ciertos conocimientos técnicos/tecnológicos que prueben que saben utilizar el vehículo y la habilidad de reaccionar ante determinados escenarios.

La situación es más complicada con los vehículos de nivel 4. Estos pese a ser completamente autónomos, cabe la posibilidad de que en unas situaciones concretas pidan al pasajero que tome el control del vehículo. De esta manera, los niños, ancianos o discapacitados no podrían viajar solos en estas situaciones. Estas situaciones suelen

referirse a condiciones climatológicas adversas, por lo que una posible solución es permitir a estos colectivos viajar solos en determinadas circunstancias cerradas, que aseguren la plena funcionalidad del vehículo autónomo. Pero está claro que mientras quepa la posibilidad de que el pasajero pueda conducir, este deberá poseer un permiso de conducir.

Sea como fuere, las autoescuelas deben adaptarse a esta tecnología y lo mismo la legislación, quizás implementando nuevos permisos de conducir como sucedió con los coches con cambio automático, para no quedarse detrás de la tecnología y poder ofrecer un servicio en concordancia con el que la sociedad y la tecnología demandan.

## Estudio empírico del vehículo autónomo.

Como se ha mencionado a lo largo del trabajo, la aceptación es un elemento esencial en el éxito o fracaso del vehículo autónomo, y esto en parte depende de la percepción que tiene la población sobre el mismo. Para ello, y para completar este trabajo, se ha realizado un estudio empírico con el que se ha pretendido el estudio de diversas variables para conocer la visión que tiene la población sobre el vehículo autónomo. La percepción de los consumidores es vital para su correcta penetración en el mercado, y por ello se debe estudiar la importancia y la relación de estas variables con la aceptación del vehículo autónomo, de manera que pueda predecirse el éxito futuro de esta tecnología o conocer aquellos factores que tendrán más incidencia de manera que pueda mejorarse esa percepción por los consumidores.

El estudio empírico se ha llevado a cabo a través de una encuesta<sup>6</sup> que incluye variables que van más allá de la percepción y del conocimiento que los consumidores tienen sobre el vehículo autónomo, como pueden ser el sexo, la edad o la tenencia de un vehículo propio. En el término percepción se incluyen variables como son el interés, la confianza o la utilidad percibidas. Con la encuesta se ha obtenido una muestra de 147 personas, pero tras realizar una limpieza de los datos registrados y eliminar las respuestas con registros no válidos, que son aquellas con errores en la edad o que no declaran el sexo, la muestra quedó reducida a 144 respuestas.

Este estudio consta de dos partes. En la primera se hace un análisis descriptivo de las variables más relevantes de la encuesta, y en la segunda se emplea un modelo de regresión lineal a fin de analizar la relación entre diversas variables independientes con

---

<sup>6</sup> La encuesta se incluye al final del trabajo en el anexo.

la variable dependiente INTERES-VA<sup>7</sup>, y determinar si existe una relación causal entre las variables que determine qué es lo que hace que se tenga interés en el vehículo autónomo.

### Análisis descriptivo de la encuesta.

El análisis descriptivo pretende analizar los datos, realizando una descripción simple de los mismos y sin una hipótesis establecida de antemano que deba demostrarse. Se pretende realizar un resumen de la información más relevante que se puede obtener de los datos de la muestra de manera sencilla, sin entrar en mayores análisis. Es decir, observar los datos para obtener sus principales características o cualidades mediante un número reducido de gráficos. A través de la encuesta realizada se han obtenido datos de 20 variables<sup>8</sup> diferentes sobre un total de 144 respuestas válidas.

La primera variable que se analiza es la variable EDAD. Se ha realizado un histograma usando intervalos de 11 años. Se puede observar que la edad de la mayoría de las personas encuestadas se encuentra en los intervalos de 17-28 años y en el intervalo que va desde los 39 hasta los 61.

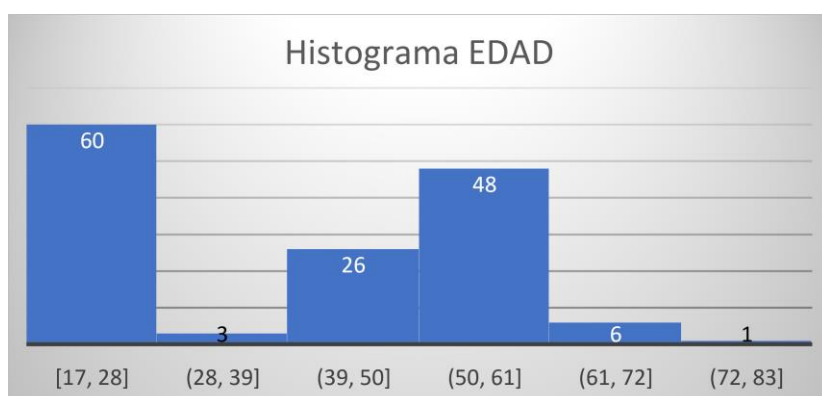


Ilustración 4: Histograma de la variable EDAD

Fuente: elaboración propia

La siguiente variable que se analiza es SEXO. Se ve que la proporción está muy cerca del 50%, por lo que se puede pensar que la encuesta está bien realizada y es equilibrada, y no habrá sesgos por razón del sexo.

<sup>7</sup> Del 1 al 10, ¿cuánto interés tiene en probar este tipo de vehículo?

<sup>8</sup> Las variables y su explicación se encuentran en el anexo.

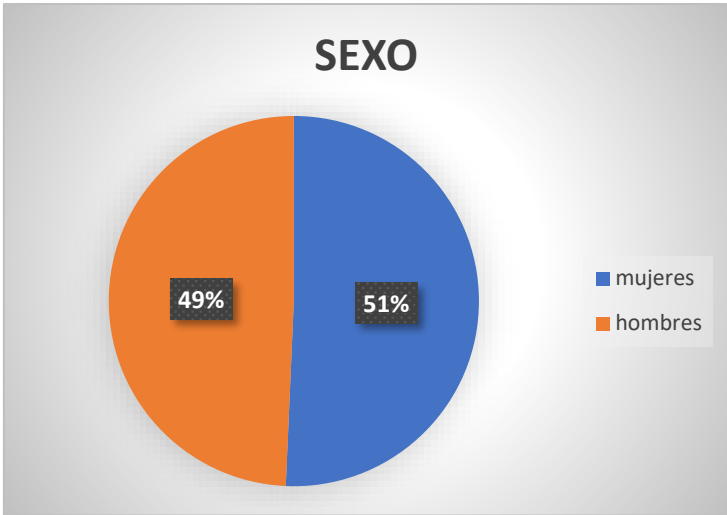


Ilustración 5: gráfico de tarta de la variable SEXO

Fuente: elaboración propia

El siguiente gráfico muestra la variable COCHE, y ésta es el porcentaje de los encuestados que normalmente conduce o está en disposición de conducir un vehículo. Se ve que la respuesta es afirmativa para la mayoría de los encuestados (93%), teniendo la opinión de los encuestados más razón de ser que aquellos que no pueden o no quieren conducir.

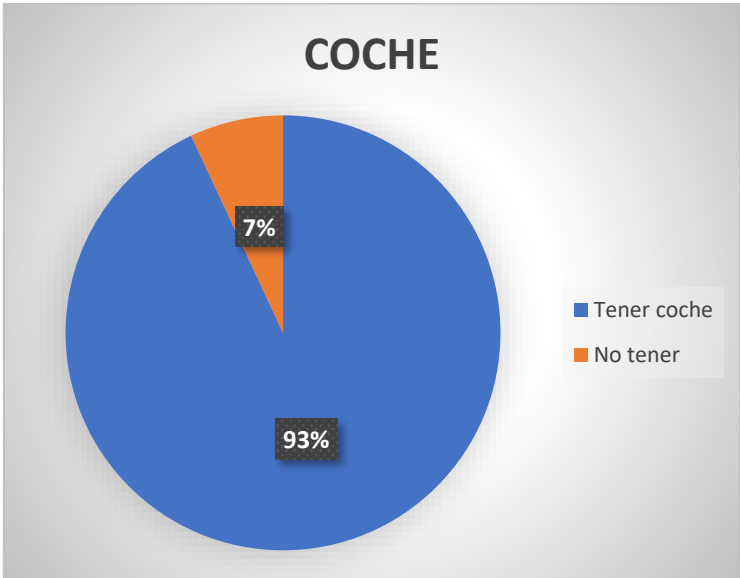


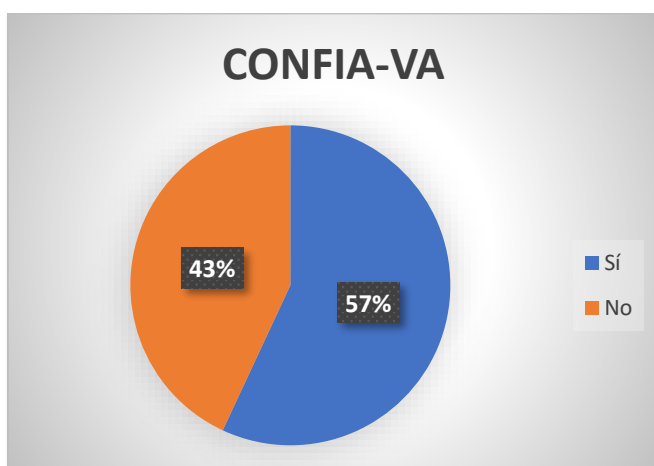
Ilustración 6: gráfico de tarta de la variable COCHE

Fuente: elaboración propia



Aplicando el promedio a la variable GUSTACONducIR obtenemos la cifra de 0,784722 lo que se traduce en que a un 78,47% de los encuestados les gusta conducir

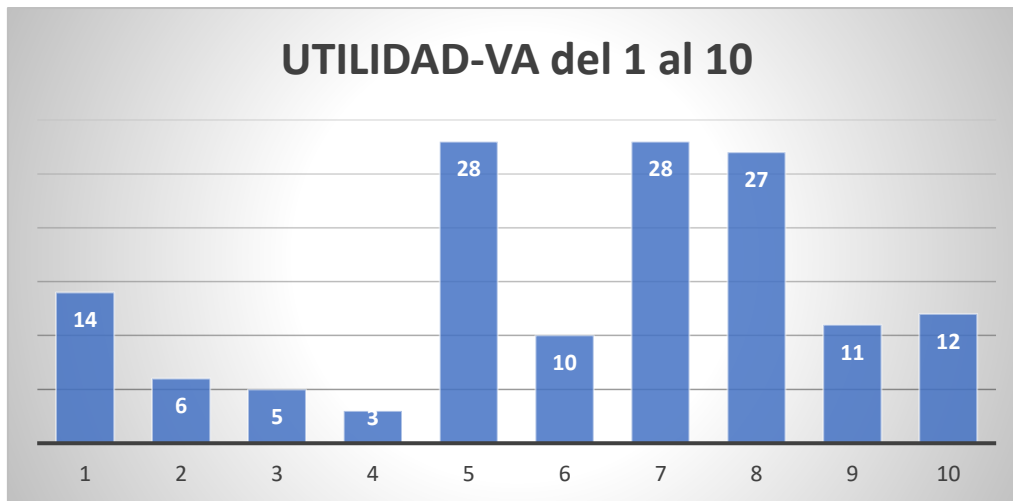
El siguiente gráfico que se muestra es respecto a la variable CONFIA-VA (si se confía en el vehículo autónmo). Se puede ver en el gráfico que esta variable se distribuye de una manera casi igualitaria, si bien es cierto que hay un mayor grado de confianza que de desconfianza.



*Ilustración 7: gráfico de tarta de la variable CONFIA-VA*

*Fuente: elaboración propia*

Otra variable interesante que analizar es la de UTILIDAD-VA. Esta representa la utilidad percibida por los encuestados del vehículo autónomo en una escala del 1 al 10. Observando el gráfico se puede percibir que hay más datos a la derecha de la media que a la izquierda. La media de esta variable es de 6,139, lo que significa que por lo general los encuestados encuentran una utilidad positiva, suficiente, en el vehículo autónomo. La mediana es de 7, lo que significa que el 50% de los encuestados percibe una utilidad de al menos 7.



*Ilustración 8: histograma de la variable UTILIDAD-VA*

*Fuente: elaboración propia*

En el siguiente gráfico de barras se muestra la variable UTILIDAD-TERCEROS, que muestra la opinión del 1 al 10 de los encuestados de cuanto va a servir este vehículo para lograr la reinserción o la superación del distanciamiento social que padecen algunos colectivos como niños o ancianos. De manera gráfica se puede apreciar que la mediana se encuentra a la derecha de media. Esto significa que más del 50% de los datos se encuentran a la derecha de la media, y que por tanto la mayoría de los encuestados considera de gran utilidad el vehículo autónomo para los estos colectivos desprotegidos. Si atendemos a las cifras, de los datos recogidos se obtiene una media de 7,041 y una mediana de 8, confirmando las deducciones que se hacían gráficamente. Además, si se aplica el coeficiente de asimetría se obtiene la cifra de  $-0,9934$ , confirmando que se trata de una asimetría negativa o a la izquierda.

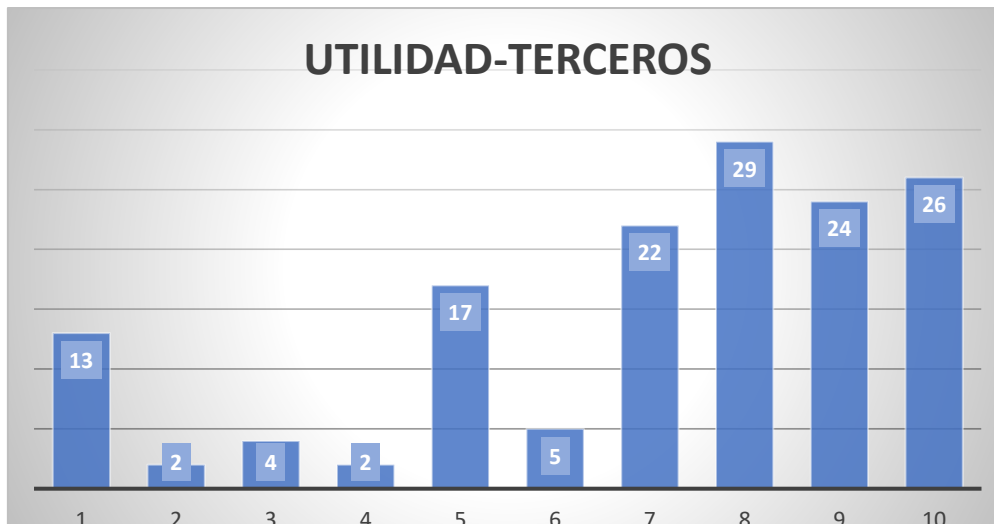


Ilustración 9: histograma de la variable UTILIDAD-TERCEROS

Fuente: elaboración propia

### Modelo de regresión lineal.

Para la segunda parte del estudio empírico se ha realizado un modelo de regresión lineal con el programa Gretl. Este modelo es un tipo de modelo matemático usado para tratar de ver la relación que existe entre una variable dependiente o endógena (Y) en relación con otras variables independientes o exógenas (X). Es decir, el modelo trata de ver si existe una relación de causalidad entre el conjunto de variables independientes y la variable dependiente. Representado de forma genérica el modelo presenta la siguiente forma:

$Y = A + B \cdot X + U$ ; donde Y es la variable endógena, A el término independiente, B el conjunto de parámetros que son fijos y desconocidos, que refleja el impacto de un cambio en la X sobre la Y, ceteris paribus<sup>9</sup>, y U es la perturbación aleatoria, que son los factores que no se recogen en el modelo pero que afectan a Y. Teniendo esto por supuesto, el objetivo es por tanto hallar o estimar los valores que tienen A y B partiendo de la muestra que se ha obtenido con la encuesta.

Como se ha mencionado antes, se ha obtenido una muestra de 147 personas a través de la encuesta, debiendo eliminar los registros no válidos. Son 3 los registros eliminados: 1 por no declarar el sexo y 2 por responder a la variable edad de manera incorrecta (respondieron que tenían 4 y 10 años). De esta manera resulta una muestra de 144 respuestas que es la que se va a integrar para realizar el modelo. Para ello se

<sup>9</sup> Siendo el resto de las variables constantes.

ha escogido como variable dependiente INTERES-VA que tratará de ser explicada a través de las siguientes variables independientes<sup>10</sup>: EDAD, SEXO, COCHE, GUSTACONducIR, CONFIA-VA, UTILIDAD-VA y DESCONFianza-TECNOLOGIA. Adicionalmente a estas variables se han añadido como variables independientes dos más (interacciones) creadas a partir de la combinación de alguna de estas variables independientes:

- SEXO\*UTILIDAD-VA. La razón de crear y añadir esta variable es que se piensa que el efecto de la utilidad percibida sobre INTERES-VA es diferente para cada sexo.
- CONFIA-VA\*UTILIDAD-VA. Esta variable resulta de la interacción entre la confianza en el vehículo autónomo y la utilidad percibida ya que se cree que el efecto de la utilidad sobre UTILIDAD-VA será diferente en función a si se confía o no en el vehículo autónomo.

Uno de los problemas que pueden surgir con los datos es que presenten multicolinealidad. La multicolinealidad surge cuando existe correlación entre algunas de las variables explicativas. La multicolinealidad será perfecta cuando existe una relación lineal perfecta entre dos o mas variables y será imperfecta, cuando existe un alto grado de correlación entre variables, pero sin llegar a ser perfecta. A fin de evitar este problema de multicolinealidad debido a la introducción de la variable UTILIDAD-VA con otras variables, y según recomiendan autores como Robinson y Schumacker (2009), se procede al centrado de la variable UTILIDAD-VA, que se realiza restando la media de esa variable a los resultados obtenidos en la muestra.

Antes de proceder con el modelo se muestra una tabla en la que aparecen los estadísticos principales de todas las variables que se emplean para realizar el modelo, es decir, tanto de la variable dependiente como de las variables independientes.

Estadísticos principales, usando las observaciones 1 - 144

Variable	Media	Mediana	D. T.	Mín	Máx
INTERESVA	6.67	7.00	2.42	1.00	10.0
EDAD	39.5	44.0	16.1	17.0	83.0
SEXO	0.507	1.00	0.502	0.00	1.00
SEXOUTILIDADVA	3.26	1.00	3.64	0.00	10.0
COCHE	0.931	1.00	0.255	0.00	1.00
GUSTACONducIR	0.785	1.00	0.412	0.00	1.00

<sup>10</sup> El significado de estas variables se encuentra en el anexo.

CONFIAVA	0.569	1.00	0.497	0.00	1.00
UTILIDADVA	-3.95e-016	0.861	2.58	-5.14	3.86
CONFIAVAUTILIDADVA	0.400	0.00	1.64	-5.14	3.86
DESCONFIATECNOLOGIA	0.153	0.00	0.492	0.00	2.00

Se ha mencionado que la correlación entre variables independientes puede dar lugar a problemas de multicolinealidad. En el caso de la multicolinealidad imperfecta grave, es un problema de difícil solución ya que su origen está en los datos y no en el modelo. El efecto que tiene sobre el modelo es que no es posible separar el impacto de cada variable sobre la variable independiente, y por tanto dificulta la inferencia. Este problema surge cuando la correlación entre variables X es alta. Sin embargo, o no se puede o es muy difícil conseguir que no haya cierta correlación entre variables

A continuación, se ha calculado la matriz de correlaciones entre las variables independientes. Es necesario que las correlaciones sean bajas pues sino el modelo podría sufrir de multicolinealidad imperfecta grave.

#### Coeficientes de correlación, usando las observaciones 1 - 144

Valor crítico al 5% (a dos colas) = 0.1637 para n = 144

EDAD	SEXO	SEXOUTILIDADVA	COCHE	GUSTACONducIR	
1.0000	-0.1904	-0.1625	0.3186	0.0412	EDAD
	1.0000	0.8858	-0.0508	-0.0434	SEXO
		1.0000	-0.0258	-0.0468	SEXOUTILIDADVA
			1.0000	0.3222	COCHE
				1.0000	GUSTACONducIR
CONFIAVA	UTILIDADVA	CONFIAVAUTILID ADVA	DESCONFIATECN OLOGAA		
-0.1078	0.0037	0.0529	-0.1268		EDAD
-0.0160	0.1125	0.0520	0.1656		SEXO
0.0771	0.4029	0.2627	0.1029		SEXOUTILIDADVA
0.0383	-0.0065	-0.0386	-0.0263		COCHE
-0.0801	-0.1161	-0.1744	-0.0435		GUSTACONducIR
1.0000	0.3137	0.2135	-0.1295		CONFIAVA
	1.0000	0.6708	-0.1322		UTILIDADVA
		1.0000	-0.1991		CONFIAVAUTILID ADVA
			1.0000		DESCONFIATECN OLOGAA

Para verlo de una manera más visual, se muestra a continuación la matriz de correlaciones de las variables independientes a través de un mapa de calor. Cuanto más clara sea la casilla significa que hay menos correlación entre las dos variables que coinciden en esa casilla. Lógicamente se muestra una diagonal muy oscura con correlaciones iguales a uno y esto es porque se está midiendo la correlación de cada variable con ella misma.

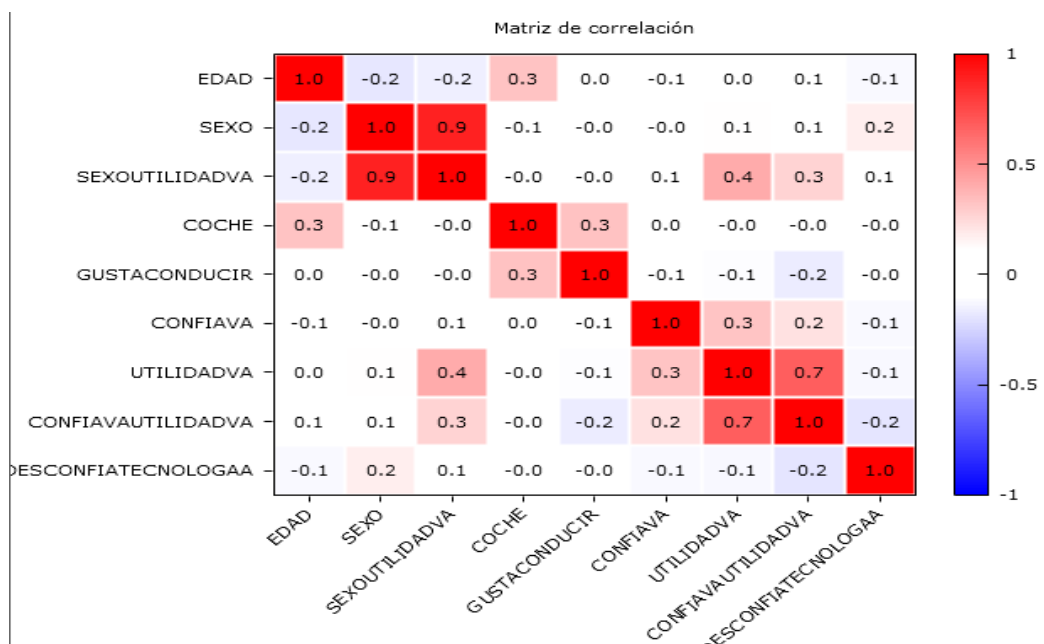


Ilustración 10: matriz de correlación de las variables

Fuente: elaboración propia

Por lo general parece que podemos descartar problemas de multicolinealidad al no haber correlaciones elevadas. Por lo tanto, podemos decir, en principio, que no existen grandes correlaciones que nos indiquen que el modelo va a sufrir de problemas de multicolinealidad. Sin embargo, no podremos estar seguro de esto hasta que se calculen los factores de inflación de la varianza (VIF) una vez ajustado el modelo. Los VIF sirven para cuantificar la intensidad de la multicolinealidad en el modelo de regresión lineal calculado a través de los mínimos cuadrados.

Una vez determinado que no hay alta correlación y que el modelo será, en principio, válido, se procede a estimarlo atendiendo a la forma genérica que se ha mencionado antes que presenta el modelo:

$$\text{INTERES-VA (Y)} = \beta_1 + \beta_2 \text{EDAD} + \beta_3 \text{SEXO} + \beta_4 \text{SEXO} * \text{UTILIDAD-VA} + \beta_5 \text{COCHE} + \beta_6 \text{GUSTACONDUCTIR} + \beta_7 \text{CONFIA-VA} + \beta_8 \text{UTILIDAD-VA} + \beta_9 \text{CONFIA-VA} * \text{UTILIDAD-VA} + \beta_{10} \text{DESCONFIA-TECNOLOGIA} + u$$

Lo siguiente será realizar el contraste de hipótesis, que es un procedimiento para, a partir de la información que enseña la muestra, decidir si se puede mantener las afirmaciones planteadas previamente sobre la población a raíz de la muestra o, por el contrario, se deben rechazar dichas afirmaciones. Estas afirmaciones que se mencionan son las hipótesis del modelo, que son afirmaciones de una característica de la población.

Para realizar el contraste es necesario enfrentar la hipótesis nula ( $H_0$ ) frente a la hipótesis alternativa ( $H_1$ ). La hipótesis nula se tendrá como verdad provisional mientras no se demuestre que es falsa, es decir, que haya evidencia suficiente para probar que no es cierta. Por ello, el objetivo no es probar como cierta la hipótesis nula, sino probar que existe evidencia suficiente en su contra para tomar como nueva verdad la hipótesis alternativa. Por tanto, las decisiones que habrá que tomar, una vez calculados los parámetros, serán o no rechazar la hipótesis nula o rechazarla, lo que implica aceptar la hipótesis alternativa.

### Hipótesis de investigación

A continuación, se muestran las hipótesis planteadas en este modelo:

- Hipótesis 1. Esta hipótesis plantea que, si te gusta conducir, tendrás menos interés en el vehículo autónomo. La hipótesis nula será que si te gusta conducir o no te gusta no tendrá incidencia positiva en el interés por el vehículo autónomo
  - o  $H_0: \beta_6 = 0$
  - o  $H_1: \beta_6 < 0$

En este caso se trata de un contraste paramétrico unilateral izquierdo, porque la hipótesis alternativa está a la izquierda de la hipótesis nula

- Hipótesis 2. Esta hipótesis establece que, a mayor utilidad percibida, habrá un mayor interés en el vehículo autónomo. Es decir, la hipótesis nula establece que la utilidad percibida no tendrá influencia positiva en el interés en el vehículo autónomo.
  - o  $H_0: \beta_8 = 0$
  - o  $H_1: \beta_8 > 0$

En este caso es un contraste paramétrico unilateral derecho.

- Hipótesis 3. Plantea que el efecto de la utilidad percibida en el interés del vehículo autónomo será distinta para hombres que para mujeres. La hipótesis nula será el efecto de la utilidad percibida en el interés del vehículo autónomo es la misma para ambos sexos.

- H0:  $\beta_4 = 0$
- H1:  $\beta_4 \neq 0$

En este caso, la hipótesis alternativa está a ambos lados de la nula, por lo que estamos ante un contraste paramétrico bilateral.

- Hipótesis 4. Establece que el efecto de la utilidad percibida en el interés en el vehículo autónomo es distinta en función de si se confía o no en el vehículo autónomo. La hipótesis nula establece que el efecto de la utilidad percibida en el interés en el vehículo autónomo es la misma con independencia de si confía o no en el vehículo autónomo.
  - H0:  $\beta_9 = 0$
  - H1:  $\beta_9 \neq 0$

Al igual que la hipótesis anterior, estamos ante un contraste paramétrico bilateral.

#### Resultado del modelo.

El siguiente paso en el estudio empírico es realizar el modelo de regresión lineal. Para ello se ha utilizado las variables antes indicadas y el software Gretl. Los resultados que proyecta el programa se muestran en la siguiente tabla.

Modelo 1: Mínimos Cuadrados Ordinarios, usando las observaciones 1-144

Variable dependiente: INTERESVA

	<i>Coficiente</i>	<i>Desv. Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>	
const	7.46442	0.737449	10.12	<0.0001	***
EDAD	-0.0139710	0.0107201	-1.303	0.1947	
SEXO	0.645310	0.834305	0.7735	0.4406	
SEXOUTILIDADV	-0.173470	0.124468	-1.394	0.1657	
A					
COCHE	-0.617811	0.694675	-0.8894	0.3754	
GUSTACONducIR	0.0734081	0.413746	0.1774	0.8594	
CONFIAVA	1.38478	0.341167	4.059	<0.0001	***
UTILIDADVA	0.567033	0.0994036	5.704	<0.0001	***

<sup>11</sup> Los asteriscos significan el nivel de significación. Tres asteriscos implican un nivel de significación del 1% y 2 asteriscos un nivel de significación del 5%.



CONFIAVAUTILID	-0.277768	0.133184	-2.086	0.0389	**
ADVA					
DESCONFIATECN	-1.05917	0.336118	-3.151	0.0020	***
OLOGAA					

Media de la vble. dep.	6.673611	D.T. de la vble. dep.	2.423169
Suma de cuad. residuos	475.1236	D.T. de la regresión	1.883002
R-cuadrado	0.434148	R-cuadrado corregido	0.396142
F(9, 134)	11.42343	Valor p (de F)	3.70e-13
Log-verosimilitud	-290.2780	Criterio de Akaike	600.5560
Criterio de Schwarz	630.2541	Crit. de Hannan-Quinn	612.6236

A continuación, se han calculado los Factores de Inflación de Varianza (VIF) para ratificar que no existen problemas de multicolinealidad que perjudiquen el modelo impidiendo estimar correctamente la incidencia de cada variable explicativa en la variable dependiente.

Factores de inflación de varianza (VIF)

Mínimo valor posible = 1.0

Valores mayores que 10.0 pueden indicar un problema de colinealidad

EDAD 1.207  
SEXO 7.066  
SEXOUTILIDADVA 8.273  
COCHE 1.266  
GUSTACONducIR 1.174  
CONFIAVA 1.159  
UTILIDADVA 2.662  
CONFIAVAUTILIDADVA 1.913  
DESCONFIATECNOLOGAA 1.104

$VIF(j) = 1/(1 - R(j)^2)$ , donde  $R(j)$  es el coeficiente de correlación múltiple entre la variable  $j$  y las demás variables independientes

Tras el análisis VIF se puede decir que todos los factores de inflación de la varianza son bajos, y salvo las variables SEXO y SEXO\*UTILIDAD-VA, todos los VIF son

sensiblemente inferiores a 10. Por regla general son los valores superiores a 10 los que nos pueden indicar un problema de multicolinealidad, por lo que se puede confirmar que no hay problemas de multicolinealidad imperfecta grave.

Un problema que se puede dar al calcular el modelo es que presente heterocedasticidad, que se da cuando la varianza de los errores no es constante en todas las observaciones. La presencia de este problema supone el incumplimiento de una de las hipótesis básicas del modelo, la homocedasticidad. Las hipótesis básicas del modelo son supuestos simplificadores del modelo que denotan la idoneidad y validez de los métodos empleados, de manera que, si no se cumplen las hipótesis básicas, el modelo no sería válido y deberían usarse otros métodos.

Para comprobar que no existe este problema se ha realizado el contraste de White. Se realiza un contraste de hipótesis en el que la hipótesis nula es que el modelo es homocedástico y la hipótesis alternativa es que el modelo presenta heterocedasticidad. Tras realizar el test de White, este arroja los siguientes resultados:

Estadístico de contraste:  $TR^2 = 38.827579$ ,

con valor  $p = P(\text{Chi-cuadrado}(43) > 38.827579) = 0.652765$

El p-valor que arroja es una probabilidad, y se puede interpretar como la probabilidad de que los datos sean compatibles con la hipótesis nula. Como el p-valor es mayor que el nivel de significación (5%) no se puede rechazar la hipótesis nula y las diferencias entre los datos y la hipótesis no son significativas. Es decir, el modelo presenta homocedasticidad y, por tanto, cumple con la hipótesis básicas.

## R<sup>2</sup>.

El R<sup>2</sup> o coeficiente de determinación se usa para probar una hipótesis, o, dicho de otra forma, mide que proporción de la variabilidad dependiente es explicada por la variabilidad de las variables independientes. Al tratarse de una proporción toma valores entre 0 y 1, siendo por regla general mejor cuanto más cerca esté de 1.

En el modelo realizado se ha obtenido un R<sup>2</sup> de 0,43, lo que es relativamente elevado. Se ha de tener en cuenta que mediante la encuesta se ha medido una serie de variables que tratan de explicar Y, pero que no ha sido posible tener todas en cuenta. Explicado el R<sup>2</sup> significa que es el porcentaje de la variabilidad en el interés en el vehículo autónomo que el modelo (a través de las variables explicativas) es capaz de explicar, y esto es un 43%.

## F-Valor.

El F-Valor o contraste de significación conjunta es la segunda parte de validación de un modelo y trata de ver si el modelo, en su conjunto, es significativo o no. Este contraste se plantea de la siguiente manera:

H0:  $\beta_2 = \beta_4 = \beta_5 \dots = \beta_{10} = 0$  donde el modelo no es conjuntamente significativo.

H1 = alguno de los  $\beta_i$  anteriores es  $\neq 0$  donde el modelo si es conjuntamente significativo.

El modelo nos arroja un p-valor para este estadístico de contraste de prácticamente cero (3.70e-13) con lo que se puede rechazar la hipótesis nula y por ello, aceptar la hipótesis alternativa y decir, que el modelo es conjuntamente significativo.

## Interpretación de los resultados.

En este apartado se van a interpretar los resultados que arroja el modelo sobre cada variable y de esta manera, se verá si se aceptan o rechazan las hipótesis planteadas anteriormente. Para ello se ha tomado un nivel de significación Alpha del 5%, de manera que si el p-valor que muestra el modelo sobre las variables es superior a ese nivel de significación, se puede decir que esa variable no es significativa. Se muestra a continuación las variables utilizadas para el modelo junto a su p-valor.

EDAD: 0.1947

SEXO: 0.4406

SEXO\*UTILIDAD: 0.1657

COCHE: 0.3754

GUSTACONDUCIR: 0.8594

CONFIA-VA: 8.33e-05

UTILIDAD-VA: 7.15e-08

CONFIA-VA\*UTILIDAD-VA: 0.0389

DESCONFIA-TECNOLOGIA: 0.0020

Tras analizar los p-valores se puede decir que solo son significativas las siguientes variables: CONFIA-VA, UTILIDAD-VA, CONFIA-VA\*UTILIDAD-VA y DESCONFIA-TECNOLOGIA.

Recordando las hipótesis que se han planteado sobre el modelo se puede afirmar lo siguiente:

La hipótesis 1 no se confirma ya que la variable GUSTACONducir no es significativa, por lo que no se puede decir que el hecho de que te guste o no conducir tenga incidencia en el interés en el vehículo autónomo. De hecho, incluso aun considerando el contraste unilateral, que dado que el estadístico de contraste es positivo sería la mitad que el del contraste bilateral, seguiría sin ser una variable significativa.

La hipótesis 2 se confirma ya que la variable UTILIDAD-VA ha resultado ser significativa. Además, ceteris paribus las demás variables y en media, si se tiene confianza en el vehículo autónomo, el interés en el mismo aumenta en 0.57 puntos sobre 10.

La hipótesis 3 no se puede confirmar ya que la variable SEXO\*UTILIDAD-VA no es significativa. De esta manera no se puede confirmar que el efecto de la utilidad percibida del vehículo autónomo sobre el interés en este vehículo sea diferente para hombres y mujeres.

Por último, la hipótesis 4 se confirma ya que la variable CONFIA-VA\*UTILIDAD-VA es significativa. El efecto que tiene la utilidad percibida del vehículo autónomo sobre el interés en el mismo es distinto en función de si se confía o no en el vehículo autónomo.

#### Análisis de los residuos.

Para finalizar con la validación del modelo, se han realizado análisis de residuos sobre las observaciones y sobre las variables del modelo. Los residuos son las diferencias entre los valores reales de la variable dependiente y la recta de regresión estimada. El análisis realizado se representa a través de gráficos. Los gráficos son muy útiles para percibir anomalías de los residuos. Si el modelo es correcto, los valores deben aparecer repartidos a lo largo del gráfico como una variación aleatoria alrededor del valor 0. Los gráficos de los residuos sobre una variable concreta permiten deducir la existencia de un problema (como heterocedasticidad o la falta de linealidad). A continuación, se muestran los gráficos de residuos frente a distintas variables

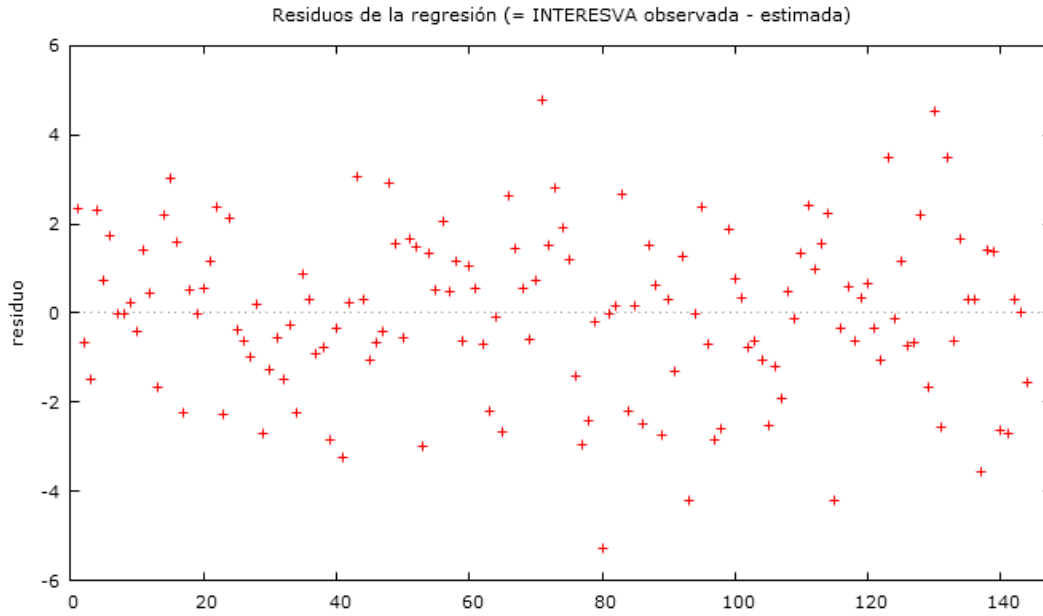


Ilustración 11: Análisis de residuos por número de observaciones

Fuente: elaboración propia

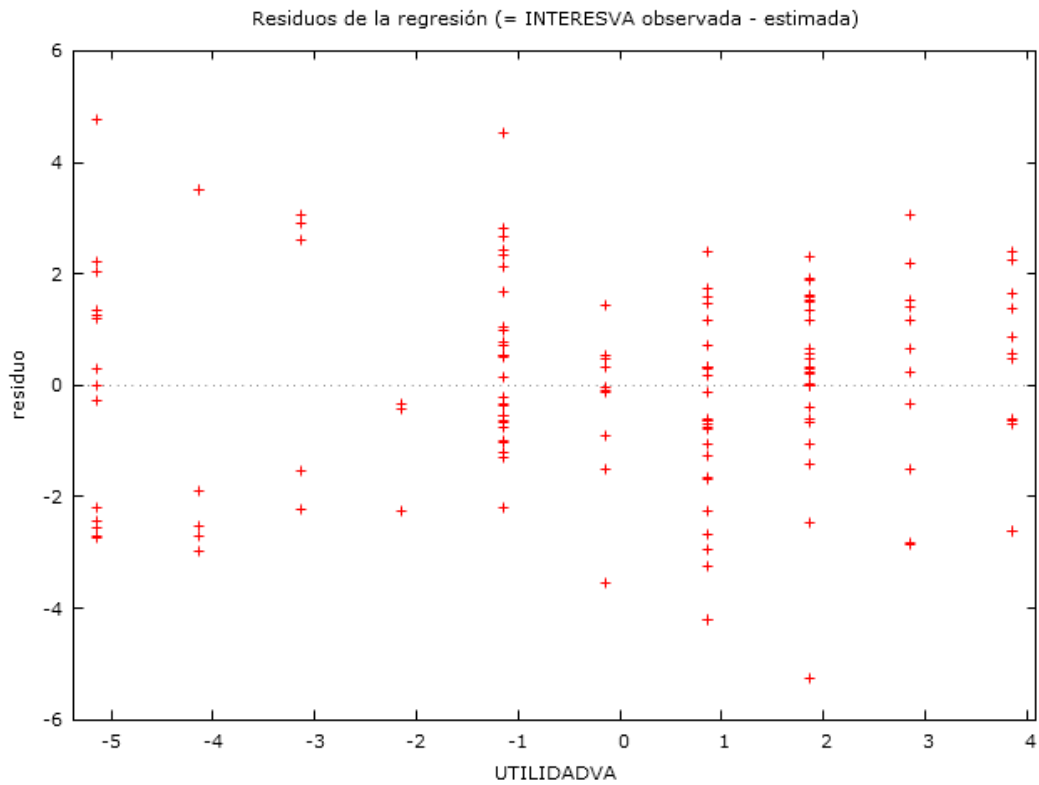


Ilustración 12: Análisis de los residuos de la variable UTILIDAD-VA

Fuente: elaboración propia

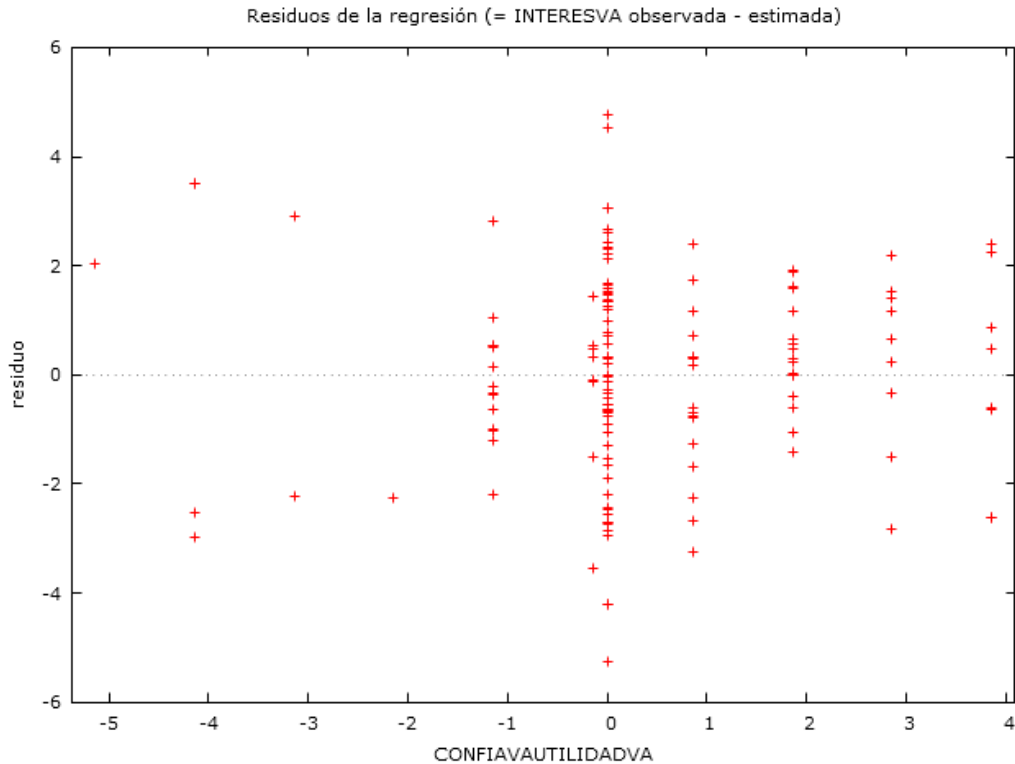


Ilustración 13: Análisis de los residuos de la variable CONFIA-VA\*UTILIDAD-VA

Fuente: elaboración propia

Tras observar los residuos no parece haber ningún problema de heterocedasticidad ya que no parece cambiar mucho la variabilidad de las observaciones, sino que más o menos siguen un mismo patrón aleatorio de distribución.

## Conclusión

Una vez realizado todo el trabajo se ha podido ver que el vehículo autónomo es una nueva tecnología que va a suponer un cambio en nuestras vidas. En un primer lugar se ha definido lo que es el vehículo autónomo para concretar sobre que iba a tratar el trabajo, y seguidamente se ha distinguido el mismo de otras figuras como el vehículo conectado.

Se ha hecho una explicación de los beneficios e inconvenientes del mismo, lo que ha posibilitado ver y hacer balanza de los mismos, y dejar claro que, pese a que existen algunos inconvenientes, los beneficios que incorpora son mayores tanto cuantitativamente como cualitativamente.

Después se ha hecho un análisis del vehículo autónomo en el presente, en que se han analizado cuestiones como la legislación con la que cuenta actualmente, la aceptación

por parte de los consumidores, que es un elemento esencial para el éxito de esta tecnología, y, por último, se ha analizado el estado de la tecnología autónoma en el presente.

También se ha analizado las cuestiones éticas aparejadas a este vehículo. El hecho es que, en un futuro no muy lejano, las decisiones durante la conducción pasarán de elegir las un ser humano conductor, a una tecnología que funciona por si misma, por lo que previamente hay que programarla y diseñarla para actuar de cierta manera en ciertos supuestos. El supuesto mas radical que se plantea es cuando el vehículo tiene que elegir entre vidas humanas. En mi opinión esta es una cuestión que llevará mas tiempo desarrollar correctamente pues es un debate no exento de mucha carga moral, y para unas personas será preferible una decisión y para otras personas otra decisión. Es probable que haya marcas que prefieran salvar siempre a vida del conductor y otras el mayor número de vidas, atendiendo así a diversos sectores de consumidores, si bien es cierto que siempre se deberá buscar salvar todas las vidas.

Otra cuestión aun sin resolver y que se ha analizado en el trabajo es la cuestión del seguro de este vehículo. Al no haber un conductor, quizás el seguro de responsabilidad civil que cubre al conductor se queda obsoleto. Por ello es preciso realizar una revisión del seguro y determinar cual es la mejor forma de cubrir los accidentes. Si deben ser los fabricantes, las aseguradoras... En mi opinión podrá haber aseguradoras que cubran al fabricante, pues al llegar al nivel de automatización 5, no será necesario un conductor. Pero en última instancia el responsable será el fabricante de la tecnología autónoma, que podrá ser el fabricante del vehículo o un tercero.

También se ha analizado el posible impacto del vehículo autónomo en puestos de trabajo. Se ha determinado que en algunos sectores va a suponer una eliminación de puestos de trabajo, como en conductores de camiones o de autobuses, pero que de manera global va a crear más empleo a través de los sectores que se verán influenciados por el vehículo autónomo, como el sector tecnológico. En cambio, habrá otros sectores como el de las autoescuelas que deberán adaptarse a las nuevas circunstancias si no quieren desaparecer.

Por último, se ha realizado un estudio empírico en el que se ha podido estimar que variables las obtenidas a través de una encuesta, tienen un mayor impacto en el interés de las personas por el vehículo autónomo. El interés en el coche autónomo será fundamental para que este logre una gran penetración de mercado y sea un éxito. Se ha podido estimar con el modelo de regresión lineal que dos variables que tienen gran incidencia en el interés por el vehículo autónomo son la confianza en la tecnología y la

utilidad percibida que los usuarios obtendrán con este tipo de tecnología. Por ello será necesario trabajar en que los potenciales consumidores perciban que la tecnología es segura y que la tecnología autónoma les va a aportar tantos beneficios que será mucho mejor que un vehículo tradicional.

En mi opinión el vehículo autónomo es el futuro. Existen ciertos factores que determinan que todavía no sea una realidad completa, sino que esté en sus primeros pasos. El balance entre ventajas y desventajas es positivo, por lo que interesa su introducción. Sin embargo, no podrá ser una realidad hasta que se produzcan modificaciones a varios niveles. Tanto a nivel humano, legal y tecnológico. Será necesario que los humanos aprendamos a convivir con esta tecnología. Debemos aprender a usarla y a entenderla, y asumir que va a suponer un cambio en muchos aspectos de nuestra vida. Será también necesario una revisión de la legislación vigente para favorecer tanto el desarrollo de esta tecnología como su presencia en nuestras vidas, así como será necesario esclarecer que pasa con ciertos aspectos como son el seguro o los dilemas morales que conlleva. Por último, y un elemento básico es la tecnología. Todavía no es completa, ni las infraestructuras necesarias están vigentes, por lo que será necesario un desarrollo de estas para que el vehículo autónomo sea una realidad.

Pese a todo ello, el vehículo autónomo es ya en parte una realidad y para que sea un éxito es necesario ciertos cambios, pero es el futuro y hay que trabajar para que sea un éxito.



## Referencias.

Álvarez, B. (6 de noviembre de 2017). Coches autónomos, ¿necesito carné de conducir? *Consumer*. Recuperado de <https://www.consumer.es/motor/coches-autonomos-necesito-carne-de-conducir.html>

Álvarez, R. (7 de noviembre de 2019). Se confirma que el coche autónomo de Uber que mató a una mujer no estaba programado para detectar y actuar ante peatones imprudentes. *Xataka*. Recuperado de <https://www.xataka.com/automovil/se-confirma-que-coche-autonomo-uber-que-mato-a-mujer-no-estaba-programado-para-detectar-actuar-peatones-imprudentes>

Anderson, J.M., Nidhi, K., Stanley, K.D., Sorensen, P., Samaras, C. y Oluwatola, O.A. (2014): *Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers*. Santa Mónica, EE. UU.: RAND Corporation

Awad, E., Dsouza, S., Kim, R., Schulz, J., Henrich, J., Shariff, A., Bonnefon, J.-F., Rahwan, I. (2018). The Moral Machine experiment. *Nature*, 563, pages 59–64. DOI: 10.1038/s41586-018-0637-6

Ayodele, H., y Ragland, D. R. (enero de 2003). Consequences of Driving Reduction or Cessation for Older Adults. *Transportation Research Record*, 1843, 96-104. DOI:10.3141/1843-12

Boletín Oficial del Estado (2004). Real Decreto Legislativo 8/2004, de 29 de octubre de 2004, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre responsabilidad civil y seguro de la circulación de vehículos a motor. Recuperado de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2004-18911>.

Boletín Oficial del Estado (2015). Real Decreto Legislativo 6/2015, de 31 de octubre de 2015, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Tráfico, Circulación de

Vehículos a Motor y Seguridad Vial. Recuperado de <https://www.boe.es/buscar/pdf/2015/BOE-A-2015-11722-consolidado.pdf>

Butterman, E. (2013). Fast approaching: driverless cars. *Mechanical Engineering*, 135(5), 12-14.

Cascajo Sastre, M. (25 junio de 2019). 5 características de los coches conectados del futuro [Mensaje en un blog] Recuperado de <https://empresas.blogthinkbig.com/5-caracteristicas-de-los-coches-conectados-del-futuro/>

Center for Advanced Automotive Technology (CAAT (2017)). Connected and automated vehicles. Recuperado de [http://autocaat.org/Technologies/Automated\\_and\\_Connected\\_Vehicles/](http://autocaat.org/Technologies/Automated_and_Connected_Vehicles/)

Center for Automotive Research (CAR (2017)). Publications. Recuperado de <https://www.cargroup.org/publications/>

Clark, B., Parkhurst, G. y Ricci, M. (2016): *Understanding the Socioeconomic Adoption Scenarios for Autonomous Vehicles: A literature review* (Tesis de pregrado) University of the West of England, Reino Unido.

Dirección General de Tráfico. (2015). Autorización de pruebas o ensayos de investigación realizados con vehículos de conducción automatizada en vías abiertas al tráfico en general. (Instrucción 15/V-113.) Recuperado de <http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/normativa-legislacion/otras-normas/modificaciones/15.V-113-Vehiculos-Conduccion-automatizada.pdf>

Dirección General de Tráfico. (2015). Niveles de automatización [Imagen]. Recuperado de <http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/normativa-legislacion/otras-normas/modificaciones/15.V-113-Vehiculos-Conduccion-automatizada.pdf>

European Transport Safety Council (2016). *Priorización del potencial en seguridad de la conducción autónoma en Europa*. Recuperado de [https://www.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/i18n/catalogo\\_imagenes/imagen.cmd?path=1087732&posicion=1&registrardownload=1](https://www.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/imagen.cmd?path=1087732&posicion=1&registrardownload=1)

Fagnant, D. J., y Kockelman, K. M. (2013). Preparing a Nation for Autonomous Vehicles: Opportunities, Barriers and Policy Recommendations. *Transportation Research Part A*, 77, 167-181

Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure. (2017). *Ethics Commission Automated and Connected Driving*. Recuperado de [https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/publications/report-ethics-commission.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/publications/report-ethics-commission.pdf?__blob=publicationFile)

Hoff, K. A., y Bashir, M. (2015). Trust in Automation: Integrating Empirical Evidence on Factors That Influence Trust. *Human Factors*, 57(3), 407–434.

Instituto Nacional de Estadística (2019). Estadística del taxi. Recuperado de <https://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?path=/t10/p109/l0/&file=00001.px&L=0>

International Transport Forum (2017). *Managing the Transition to Driverless Road Freight Transport*. Recuperado de <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/managing-transition-driverless-road-freight-transport.pdf>

INTRAS y CNAE (2017). *Coche Autónomo, seguridad vial y formación de conductores*. Recuperado de [https://www.cnae.com/ficheros/files/noticias/INFORME%20Coche%20auto%CC%81no%20seguridad%20vial%20y%20formacio%CC%81n%20de%20conductores\\_%20INTRAS-CNAE.pdf](https://www.cnae.com/ficheros/files/noticias/INFORME%20Coche%20auto%CC%81no%20seguridad%20vial%20y%20formacio%CC%81n%20de%20conductores_%20INTRAS-CNAE.pdf)

Kollmann, T. (1999). Das Konstrukt der Akzeptanz im Marketing: neue Aspekte der Akzeptanzforschung dargestellt am Beispiel innovativer Telekommunikations- und Multimediasysteme. *Zeitschrift für Studium und Forschung*, 28(3), 125-130.

Kolodny, L., y Schoolov, K. (30 de noviembre de 2019). Self-driving cars were supposed to be here already — here's why they aren't and when they should arrive. *CNBC*. Recuperado de <https://www.cnbc.com/2019/11/30/self-driving-cars-were-supposed-to-be-here-already-heres-whats-next.html>

KPMG & CAR. (2012). *Self-driving cars: The next revolution*. Recuperado de <https://institutes.kpmg.us/content/dam/institutes/en/manufacturing/pdfs/2017/self-driving-cars-next-revolution-new.pdf>

Loughran, J. (13 de octubre de 2017). Driverless car hacking: how AI 'nannies' will stop cyber criminals from taking control. *E&T Magazine*. Recuperado de <https://eandt.theiet.org/content/articles/2017/10/driverless-car-hacking-how-ai-nannies-will-stop-cyber-criminals-from-taking-control/>

Martínez-Almeida, Pablo. (20 de abril de 2020). El coche autónomo dejará un reguero de perdedores a su paso. *Xataka*. Recuperado de <https://www.xataka.com/automovil/el-coche-autonomo-dejara-un-reguero-de-perdedores-a-su-paso>

National Highway Traffic Safety Administration. (2008). National Motor Vehicle Crash Causation Survey: Report to Congress. Recuperado de <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/811059>

National Highway Traffic Safety Administration. (2013). *Preliminary Statement of Policy Concerning Automated Vehicles*. Recuperado de [https://www.nhtsa.gov/staticfiles/rulemaking/pdf/Automated\\_Vehicles\\_Policy.pdf](https://www.nhtsa.gov/staticfiles/rulemaking/pdf/Automated_Vehicles_Policy.pdf)

National Highway Traffic Safety Administration. (2016). Federal Automated Vehicles Policy. Recuperado de [https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/federal\\_automated\\_vehicles\\_policy.pdf](https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/federal_automated_vehicles_policy.pdf)

National Highway Traffic Safety Administration. (2018). Society of Automotive Engineers (SAE) Automation levels. [Imagen]. Recuperado de <https://www.nhtsa.gov/technology-innovation/automated-vehicles-safety>

Nees, N.A. (2016). Acceptance of Self-driving Cars: An Examination of Idealized versus Realistic Portrayals with a Selfdriving Car Acceptance Scale. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 60<sup>th</sup> annual meeting*, 1448-1452.

Nyholm, S., y Smids, J. (2016). The Ethics of Accident-Algorithms for Self-Driving Cars: an Applied Trolley Problem? *Ethic Theory Moral Practice*, (19), 1275–1289. DOI: 10.1007/s10677-016-9745-2

Organización Mundial de la Salud. (2017). 10 datos sobre la seguridad vial en el mundo. Recuperado de <https://www.who.int/features/factfiles/roadsafety/es/>

Prego, C. (3 de mayo de 2019). El otro gran reto de los vehículos autónomos: aclarar las responsabilidades en caso de siniestro. *Xataka*. <https://www.xataka.com/automovil/otro-gran-reto-vehiculos-autonomos-aclarar-responsabilidades-caso-siniestro>

Robinson, C. & Schumacker, R. E. (2009). Interaction effects: centering, variance inflation factor, and interpretation issues. *Multiple Linear Regression Viewpoints*, 35(1), 6-11.

Sanz, A., Vega, P., y Mateos, M. (2014, octubre). Las cuentas ecológicas del transporte en España. *Ecologistas en Acción*. Recuperado de [https://spip.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/info\\_cuentas-ecologicas.pdf](https://spip.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/info_cuentas-ecologicas.pdf)

Shchetko, N. (2014, 21 julio de 2014). Laser Eyes Pose Price Hurdle for Driverless Cars. The Wall Street Journal. Recuperado de <https://www.wsj.com/articles/laser-eyes-pose-price-hurdle-for-driverless-cars-1405969441>

Shoup, D. C. (2005), *The high cost of free parking*, Los Ángeles, EE. UU: Routledge.

Society of Automotive Engineers. (2016). SAE J3016 Levels of driving automation. [Imagen]. Recuperado de <https://www.sae.org/news/2019/01/sae-updates-j3016-automated-driving-graphic>

Sorrel, C. (13 de octubre de 2016). Self-Driving Mercedes Will Be Programmed To Sacrifice Pedestrians To Save The Driver. *Fast Company*. Recuperado de <https://www.fastcompany.com/3064539/self-driving-mercedes-will-be-programmed-to-sacrifice-pedestrians-to-save-the-driver>

Velasco Cruz, J. (noviembre de 2017). El avance de la automatización en la agricultura. *Redagrícola*. Recuperado de <http://www.redagricola.com/cl/el-avance-de-la-automatizacion-en-la-agricultura/>

## Anexo

### Encuesta sobre el vehículo autónomo.

Lo primero agradecer vuestro tiempo por responder a esta encuesta. La finalidad es recopilar datos para realizar un estudio estadístico sobre el vehículo autónomo y su percepción para incorporar a mi trabajo de fin de grado. Es totalmente anónima y solo con fines académicos. No dejen sin responder preguntas personales. Gracias.

\*Obligatorio

1. ¿Cuántos años tiene? \*
2. Sexo \*  
Mujer / Hombre
3. ¿Tiene un coche particular, o pese a no tenerlo (por ser de sus padres, por ejemplo), puede conducir uno? \*  
Sí/ No
4. ¿Disfruta de la conducción? \*  
Sí / No
5. Si su respuesta anterior fue no, ¿conduce solo por cumplir sus obligaciones? (ir al trabajo, recoger a los niños del cole...)  
Sí / No /Otro:
6. Solo responda si su vehículo tiene funciones automatizadas (velocidad de cruce adaptativo, control y alerta de cambio de carril...) ¿Confía usted, y delega en dichas funciones del vehículo?  
Sí / No
7. ¿Sabe lo que es un vehículo autónomo?  
Sí / No
8. Los vehículos autónomos han probado ser más seguros, ¿confiaría ahora y se subiría en un vehículo autónomo? \*  
Sí / No

9. Cuando este tipo de vehículo ya esté disponible en el mercado (aunque no de manera dominante), ¿se compraría un vehículo autónomo o uno tradicional?

Autónomo / Tradicional / Tradicional con funciones automatizadas

10. Del 1 al 10, ¿cuánto interés tiene en probar este tipo de vehículo? \*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

1= ningún interés.

10= mucho interés.

11. ¿Estaría dispuesto a pagar un sobreprecio para que su vehículo fuera autónomo? \*

Sí / No

12. Por lo general, ¿confía usted en la tecnología? \*

Sí / No / Otro:

13. ¿Teme que la tecnología de los vehículos autónomos pueda ser hackeada? \*

Sí / No / Otro:

14. Cuando sean una realidad en nuestras carreteras, ¿cómo cree que tendrá más éxito? \*

Como servicio de car sharing / Como vehículo particular Otro:

15. Cuando sean una realidad, ¿se plantearía usted renunciar a tener un vehículo en propiedad para aprovecharse de los servicios de car sharing? \*

Renunciar y aprovecharse del car sharing / Conservar mi vehículo particular

16. Del 1 al 10, ¿cuánto de útil cree que es el tiempo disponible que deja el no necesitar conducir? \*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

1= indiferente

10=muy útil

17. ¿lo aprovecharía? (hablar por ocio o jugar con el móvil, por ejemplo, no se considera aprovechar) \*

Sí / No



18. Este vehículo va a posibilitar que ciertos colectivos (niños, ancianos...) no necesiten de otras personas para moverse. Del 1 al 10, ¿cuánto de importante es esto para usted? \*

1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

1= no me parece relevante

10=muy importante

19. Si ya no hay un conductor responsable, el modelo del seguro va a cambiar.

¿Quién cree que debe responder en caso de accidente? \*

Fabricante / Una aseguradora Otro:

20. Imaginen que hay un fallo inesperado en los frenos o una causa de fuerza mayor y puede haber un accidente. ¿Cree que el vehículo autónomo debe intentar salvar siempre a los pasajeros, incluso aunque sea a costa de varias personas?

\*

Siempre salvar a los pasajeros / No / Otro:

#### Variables del estudio.

- EDAD: la edad de las personas, siempre siendo superior a 18 años para estar capacitada para tener permiso de conducir.
- SEXO: el sexo de los participantes. 1 mujeres y 0 los hombres.
- COCHE: tener un coche particular o pese a no tenerlo puede conducirlo. Interesa que pueda conducir un vehículo. 1 sí / 0 no.
- GUSTACONducIR: ¿disfruta de la conducción? 1 si / 0 no. El hecho de disfrutar de la conducción de un vehículo no autónomo puede afectar negativamente al interés acerca del vehículo autónomo.
- OBLIGACION: Si su respuesta anterior fue no, ¿conduce solo por cumplir sus obligaciones? (ir al trabajo, recoger a los niños del cole...). Conducir solo por cumplir las obligaciones puede hacer afectar positivamente al interés sobre el vehículo autónomo.

- **FUNCIONES-AUTOMATIZADAS:** Solo responda si su vehículo tiene funciones automatizadas (velocidad de crucero adaptativo, control y alerta de cambio de carril...) ¿Confía usted, y delega en dichas funciones del vehículo? 1 si / 0 no.
- **CONOCER:** ¿Sabe lo que es un vehículo autónomo?
- **CONFIA-VA:** Los vehículos autónomos han probado ser más seguros, ¿confiaría ahora y se subiría en un vehículo autónomo? 1 sí / 0 No. Una respuesta positiva puede afectar positivamente al interés.
- **PREFERENCIA:** Cuando este tipo de vehículo ya esté disponible en el mercado (aunque no de manera dominante), ¿se compraría un vehículo autónomo o uno tradicional?
- **INTERES-VA:** Del 1 al 10, ¿cuánto interés tiene en probar este tipo de vehículo?
- **SOBREPREGIO:** ¿Estaría dispuesto a pagar un sobrepregio para que su vehículo fuera autónomo?
- **DESCONFIA-TECNOLOGÍA.** Por lo general, ¿confía usted en la tecnología? 0 desconfianza nula / 1 desconfianza media / 2 desconfianza grande.
- **DESCONFIANZA-HACKAEO:** ¿Teme que la tecnología de los vehículos autónomos pueda ser hackeada?
- **MODO-ÉXITO:** Cuando sean una realidad en nuestras carreteras, ¿cómo cree que tendrá más éxito? 1 car sharing / 0 vehículo particular.
- **PROPIEDAD:** Cuando sean una realidad, ¿se plantearía usted renunciar a tener un vehículo en propiedad para aprovecharse de los servicios de car sharing? 1 car sharing / 0 propiedad.
- **UTILIDAD-VA.** Del 1 al 10, ¿cuánto de útil cree que es el tiempo disponible que deja el no necesitar conducir?
- **APROVECHAR:** ¿lo aprovecharía? (hablar por ocio o jugar con el móvil, por ejemplo, no se considera aprovechar) 1 si / 0 no.
- **UTILIDAD-TERCEROS:** Este vehículo va a posibilitar que ciertos colectivos (niños, ancianos...) no necesiten de otras personas para moverse. Del 1 al 10, ¿cuánto de importante es esto para usted?
- **RESPONSABILIDAD:** Si ya no hay un conductor responsable, el modelo del seguro va a cambiar. ¿Quién cree que debe responder en caso de accidente?
- **DILEMA-MORAL:** Imaginen que hay un fallo inesperado en los frenos o una causa de fuerza mayor y puede haber un accidente. ¿Cree que el vehículo autónomo debe intentar salvar siempre a los pasajeros, incluso aunque sea a costa de varias personas?

