



ugr

Universidad  
de Granada

# Aplicaciones de Lógica Difusa para el Control de Vehículos

---

## Autores

Alejandro Núñez Pérez  
María Matilde Cabrera González



Escuela Técnica Superior de Ingenierías Informática y de  
Telecomunicación

—  
Granada, Diciembre de 2019

**Trabajo: Aplicaciones de Lógica Difusa para el Control de Vehículos.**

Alejandro Núñez Pérez  
Matilde Cabrera González

**Palabras clave:** Lógica difusa, control de vehículos

**Resumen**

**Project Title: Aplicaciones de Lógica Difusa para el Control de Vehículos.**

Alejandro Núñez Pérez  
Matilde Cabrera González

**Keywords:** Lógica difusa, control de vehículos

**Abstract**

## ÍNDICE:

<b>Introducción</b>	<b>4</b>
<b>Lógica difusa</b>	<b>4</b>
<b>Relaciones difusas</b>	<b>6</b>
<b>Operaciones con conjuntos difusos</b>	<b>6</b>
<b>Inferencia difusa</b>	<b>7</b>
<b>Lógica difusa en el transporte a motor</b>	<b>7</b>
<b>Lógica difusa en vehículos</b>	<b>8</b>
<b>Startup</b>	<b>9</b>
<b>Niveles de conducción en vehículos autónomos</b>	<b>10</b>
<b>Vehículos autónomos</b>	<b>12</b>
<b>Waymo y Google</b>	<b>12</b>
<b>Volkswagen y NVIDIA</b>	<b>13</b>
<b>Nissan y DeNA</b>	<b>14</b>
<b>Renault</b>	<b>15</b>
<b>BMW y Mercedes-Benz</b>	<b>16</b>
<b>AI:ME (Audi)</b>	<b>16</b>
<b>Tesla</b>	<b>17</b>
<b>Ford</b>	<b>18</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>20</b>
<b>Bibliografía y recursos web</b>	<b>21</b>

# Introducción

La IC (Inteligencia Computacional) proviene de la IA (Inteligencia Artificial), la I.A. según la AAAI (American Association for Artificial Intelligence) es la *“Disciplina científico-técnica que se ocupa de la comprensión de los mecanismos subyacentes en el pensamiento y la conducta inteligente y su incorporación en las máquinas”*. La IA aborda con éxito muchos problemas basándose en la representación simbólica y la manipulación del conocimiento experto mediante la construcción de un conjunto de reglas.

En la década de los ochenta aparece la Inteligencia Computacional basada en el manejo de datos en vez de en el manejo de símbolos como solución a los problemas que la Inteligencia Artificial no podía solucionar.

La Inteligencia Computacional está inspirada en el comportamiento del hombre y la naturaleza, divergen varios enfoques de esta que nombramos a continuación:

- Redes Neuronales Artificiales, son modelos y técnicas de aprendizaje automático.
- Computación Evolutiva, técnicas y algoritmos inspirados en mecanismos de la evolución biológica.
- Lógica difusa, centraremos nuestro estudio en este modelo, representa el conocimiento ambiguo y la imitación de los procesos de pensamiento con información imprecisa.
- Inteligencia de enjambres, técnicas y algoritmos inspirados en el comportamiento de los enjambres de organismos sociales como pueden ser las hormigas.
- Sistemas Inmunes Artificiales, técnicas y algoritmos inspirados en el sistema inmune humano.
- Métodos Probabilísticos, técnica y algoritmos de aprendizaje autónomo.

Cada uno de las áreas de la Inteligencia Computacional se aplica a diferentes aplicaciones, nosotros sólo nos centraremos en la lógica difusa, esta se centra en sistemas expertos, sistemas de soporte a la decisión y sistemas de control entre otras.

## Lógica difusa

Una primera definición formal, un conjunto difuso es una colección de objetos que verifican alguna propiedad, de forma que un objeto pertenece o no a un conjunto.

Por otra parte, la forma en que la gente piensa o razona es difusa. La forma en que percibimos el mundo está cambiando continuamente y no siempre se puede definir en términos de sentencias verdaderas o falsas, depende de la situación o la persona.

Se define la función de pertenencia para decidir en qué grado un elemento del conjunto difuso pertenece más o menos a ese conjunto, es decir, hay intervalos de pertenencia, la respuesta no es si o no.

El grado de pertenencia se define por una función característica asociada al propio conjunto difuso, en el cual las variables de entrada proporcionan el grado de pertenencia para el propio valor de dicha variable al conjunto.

Un control difuso está formado por tres partes:

- Fuzzificación
- Motor de inferencia
- Defuzzificación



- El Fuzzificador coge cada variable de entrada se le asigna un grado de pertenencia mediante las funciones características. Las entradas de este bloque son valores concretos de las variables de entrada y las salidas son grados de pertenencia a los conjuntos difusos considerados.
- Inferencia Difusa relaciona conjuntos difusos de entrada y salida aplicando las reglas que se definen en el sistema.
- Defuzzificador, mediante mecanismo de inferencia y métodos matemáticos nos devuelve un resultado, la variable de salida, el resultado.

En la resolución de la función característica debe darse que los valores oscilan entre 0 y 1, y como ya hemos mencionado varía dependiendo del problema en particular, la situación y el usuario.

Para el diseño de la función característica se intenta simular el conocimiento humano y se usa una colección de datos, existen multitud de funciones características, mencionamos algunas como son triangular, sigmoïdal, gamma, pi, trapezoidal, gaussiana, etc. Podemos usar varias funciones características para la resolución del problema, cuantas más usemos mejor resolución obtendremos.

## Relaciones difusas

Una relación difusa entre elementos de universos  $X, Y$ , es un subconjunto difuso del producto cartesiano de dichos universos, dicho de otro modo, una relación difusa nos dice el grado de presencia o ausencia entre elementos de dos o más conjuntos difusos.

Las relaciones difusas pueden tener las propiedades de reflexividad, simetría, antisimetría o transitividad, dependiendo de las propiedades se definen diferentes relaciones difusas:

- Semejanza: reflexiva y simétrica
- Similitud: reflexiva, simétrica y transitiva
- Orden: reflexiva, antisimétrica y transitiva

Reflexividad  $R(x, x) = 1$  para todo  $x$

Simetría  $R(x, y) = R(y, x)$  para todo  $x$  e  $y$

Antisimetría  $R(x, y) \neq R(y, x)$  para todo  $x$  e  $y$

Transitividad (max-min)

$$R(x, y) \geq \sup \{ \min(R(x, u), R(u, y)) \mid u \}$$

A las relaciones difusas se les aplica operaciones de conjuntos difusos que definimos a continuación.

## Operaciones con conjuntos difusos

- Unión

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max[\mu_A(x), \mu_B(x)]$$

- Intersección

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min[\mu_A(x), \mu_B(x)]$$

- Conjunto complementario

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$$

- Principio de contradicción

$$A \cup \bar{A} = U$$

- Principio de exclusión

$$A \cap \bar{A} = \emptyset$$

## Inferencia difusa

El sistema de inferencia difuso permite sacar conclusiones a partir de valores dados a las variables de entrada, las reglas difusas son el conjunto de proposiciones que definen el problema a resolver usando las operaciones y relaciones anteriores. Dicho de otro modo, si  $u$  es  $A$  entonces  $v$  pertenece a  $B$  siendo  $A$  y  $B$  conjuntos difusos y  $u, v$  los rangos definidos.

El bloque de inferencia realiza la traducción matemática de las reglas difusas. Para procesar la información contenida en las reglas y obtener un resultado se deben elegir los operadores matemáticos que corresponden a los operadores.

# Lógica difusa en el transporte a motor

Definición de sistemas de transporte inteligente según el Ministerio de Fomento  
Español:

*“Los ITS (Intelligent Transportation Systems) se pueden definir como un conjunto de aplicaciones avanzadas dentro de la tecnología informática, electrónica y de comunicaciones que, desde un punto de vista social, económico y medioambiental, están destinadas a mejorar la movilidad, seguridad y productividad del transporte, optimizando la utilización de las infraestructuras existentes, aumentando la eficiencia del consumo de energía y mejorando la capacidad del sistema de transportes.”*

La lógica difusa se aplica a varios ámbitos en el transporte, como puede ser por medio de la infraestructura, con sistemas de posicionamiento por satélite, donde se pueden identificar las flotas asociadas a la aplicación o empresa, semáforos centralizados, pago electrónico, gestión de túneles o emergencias.

Sistemas de estudio de la información en el transporte, como pueden ser puntos de encuentro, estudio de las carreteras o rutas para un ahorro económico, estudio de la demanda de un sistema determinado para la mejora de ventas, búsqueda de transporte sostenible, etc.

Dentro del transporte a motor, podemos diferenciar entre transporte por carretera, ferroviario, aéreo y marítimo. Vamos a nombrar algún ejemplo de uso en cada ámbito mencionado, aunque nuestro proyecto se centra en el transporte por carretera.

- **Ferroviario:** Se ve como el transporte más usado en Europa, se pretende mejorar la seguridad y la eficiencia energética y con ello la reducción de sus costes, con proyectos de lógica difusa como Optirail.
- **Marítimo:** Las mercancías globales son transportadas casi en su totalidad vía marítima, se pretende proporcionar un transporte eficiente y seguro en su totalidad, también para el control de la seguridad de los contenedores en un puerto por medio de un algoritmo de lógica difusa..
- **Aéreo:** Se usa para el sistema de control de tráfico aéreo, además se hacen cosas tan interesantes como el transporte colaborativo de carga entre dos vehículos aéreos no tripulados.
- **Carretera:** Transporte menos seguro que proporciona la mayor tasa de mortalidad en el transporte a motor, siempre en constante evolución con grandes empresas centradas en el desarrollo del transporte por carretera, se pretende mejorar el tráfico por el impacto medioambiental que provoca, la seguridad, comodidad del pasajero y la eficiencia del vehículo.



# Lógica difusa en vehículos

No toda la lógica difusa de los vehículos se centra en los vehículos autónomos, también hay lo que denominamos como asistencia a la conducción, lo cual ya tenemos en la mayoría de la flota que ahora mismo se fabrica. Mencionamos algunos casos de asistencia a la conducción realizado con lógica difusa:

- Control de suspensión.
- Control en el aparcamiento, con sensores de distancia marcha atrás y sistema de alerta de colisión.
- Control de crucero.
- Alerta de salida de carril.
- Monitorización del estado de los neumáticos.
- Control de luces inteligentes con encendido automático cuando oscurece.

Por otra parte tenemos los vehículos de conducción autónoma, en pleno auge en la actualidad, con una gran cantidad de marcas de vehículos invirtiendo en ello, estos son los vehículos que simulan la conducción humana pero sin sus errores, aunque este tipo de vehículos provocan una gran cantidad de cuestiones éticas por resolver en la actualidad.

# Startup

Mencionamos algunas empresas dedicadas al desarrollo de software para vehículos autónomos:

- ZOOX: desarrolla hardware informático de detección para permitir la conducción L5. También desarrolla ingeniería software responsable de la toma de decisiones, la planificación de la trayectoria y los controladores.
- Embark: *“Embark está construyendo tecnología de camiones autónomos para hacer que las carreteras sean más seguras y el transporte sea más eficiente. Estamos haciendo avanzar a toda la industria de camiones.”*
- MIT Technology Review: usando herramientas de psicología social, clasifican el comportamiento de la conducción de un conductor en particular, esto lo usa para crear trayectorias de conducción en tiempo real simulando cierta conciencia social.
- Lvl5: Hacen software de visión por computadora para el crowdsourcing (abastecimiento de multitudes) de mapas de alta precisión para automóviles autónomos.
- Aurora Driver: Plataforma de conducción autónoma que permite la movilidad de las personas de forma segura por todo el mundo planificando el camino. Hyundai y Kia invierten en esta compañía para reforzar su tecnología e integrarla en sus vehículos autónomos.
- Insia: Instituto Universitario de Investigación del Automóvil de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), e integra un numeroso conjunto de grupos de investigación relacionados con los sistemas de transporte y vehículos de carretera inteligentes. Lidera la Red Temática en Vehículos Inteligentes (RETEVI).
- RETEVI: Red Temática en Vehículos Inteligentes, financiada por el Ministerio de Economía y Competitividad. Coordina noticias, eventos, miembros y proyectos sobre todo lo que engloba el buen funcionamiento de los vehículos autónomos, intentando conformar un marco de actuación conjunta, dotando a los socios de herramientas tecnológicas para el vehículo autónomo, las comunicaciones inter-vehiculares, los servicios cooperativos y la sensorización de vehículos. Así, están involucrados, la Universidad de Alcalá, CSIC, Universidad Politécnica de Cartagena, Centro de Visión por Computador de la Universidad Autònoma de Barcelona, TECNALIA, CEIT, CTAG, Universidad de la Laguna, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Universidad Rey Juan Carlos, Universidad Complutense de Madrid y Universidad Europea de Madrid.

# Niveles de conducción en vehículos autónomos

La conducción de vehículos inteligentes se clasifica por niveles de autonomía, hoy en día nos encontramos en la autonomía nivel 2 y existen coches hasta el nivel 4. La clasificación de los niveles de autonomía fue establecida en 2015 por la sociedad de ingenieros automotrices SAE.



Sources: Society of Automotive Engineers (SAE); National Highway and Traffic Safety Administration (NHTSA).  
Copyright © 2018 Intel Corporation. All rights reserved. Intel, the Intel logo is a trademark of Intel Corporation in the U.S. and/or other countries.



**Nivel 0:** Los vehículos sólo pueden tener sistemas de seguridad activa tales como ESP o ABS, también sistemas de alerta y advertencia al conductor. El vehículo no tiene ninguna autonomía.

**Nivel 1:** Los vehículos pueden asistir al conductor en algunas tareas básicas. Esto es, control de velocidad de crucero, alerta de cambio del carril de forma involuntaria y

sistema de frenada de emergencia automática (AEB), en este nivel se encuentran la mayoría de los coches a la venta en la actualidad.

**Nivel 2:** LLamados vehículos semiautomáticos. El vehículo se mantiene en el carril, regula la velocidad, tiene control de crucero adaptativo, y frena para no acercarse demasiado a otro coche, tienen sistema de aparcamiento automático. Ejemplo Mercedes-Benz Clase E, es capaz de evitar la salida de la calzada sin la necesidad de que existan líneas de carril, se guía por la posición de los coches circundantes y las estructuras paralelas de las carreteras, a la venta desde 2016.

**Nivel 3:** El vehículo replica acciones del conductor, pueden elegir cambiar de carril, adelantar, dejarse adelantar, en definitiva analizan el entorno. Todo en entornos controlados como una autopista. Representan este nivel el Audi A8 y el Autopilot de Tesla Model S. Realiza constantes comprobaciones para asegurarse de que el conductor permanece atento y con las manos en el volante avisando mediante alertas sonoras y luminosas si no detecta las manos en él. Tiene un sistema que debe ser conectado por el conductor para que tome por él algunas decisiones como por ejemplo avanzar en un atasco.

**Nivel 4:** Toma de decisiones sin conductor, este sólo tiene que indicarle su lugar de destino, pueden circular sin supervisión del conductor, siempre y cuando todo el mundo respete las normas de circulación, para solventar este problema se prevé la comunicación entre vehículos y con las infraestructuras que les rodean. Google, Volvo y Uber prueban esta conducción autónoma en EEUU, Ford espera sacar un coche autónomo de este nivel de 2021.

**Nivel 5:** Conducción autónoma completa. De momento no es una realidad, tan solo tendremos que indicarle a nuestro coche donde queremos ir a través de algún dispositivo o incluso podría ser a través de nuestro móvil, él haría todo el trabajo, no sería necesario ni el volante ni los pedales. Hay algún prototipo donde los vehículos serán eléctricos y se autocargarían, tendrían una visión 360° para un mayor control del entorno.

Este nivel de autonomía podría cambiar nuestra forma de entender el transporte. Como ejemplo, Microsoft está diseñando aplicaciones que puedan formar parte de estos vehículos. La marca china Baidu ya prueba su coche, mientras Apple podría estar detrás de un proyecto de vehículo autónomo. Para poder poner en circulación este tipo de vehículos necesitamos un cambio de legislación que aprobara su funcionamiento además de modificaciones en las infraestructuras que acompañaran la tecnología.

# Vehículos autónomos

## Waymo y Google



Waymo comenzó como el Proyecto de automóvil autónomo de Google en 2009. El proyecto incluye la aplicación Waymo One, un gps para saber por dónde vas de tu trayecto cuando vas sin conductor, antes de que los vehículos conduzcan en una zona determinada, el equipo de Waymo hace un mapa tridimensional detallado para conocer de antemano dicho lugar.

El software de su vehículo determina la trayectoria prediciendo los movimientos de todo lo que nos rodea en función de su trayectoria y velocidad, los sensores de su software escanea todos los objetos que se encuentran alrededor del vehículo, determina el tipo de objeto que se encuentra, diferenciando los movimientos de un peatón, de un ciclista o de otro vehículo.

Con muchos proyectos en marcha, como el primer vehículo eléctrico autónomo del mundo. Waymo se ha asociado con Jaguar para desarrollar el primer Jaguar I-PACE totalmente autónomo del mundo. Las pruebas comenzaron en 2018.

## Volkswagen y NVIDIA

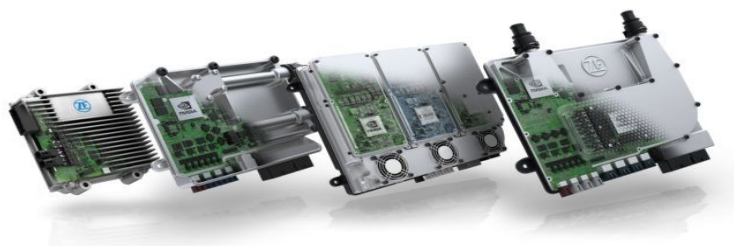


*“La inteligencia artificial (IA) proporciona a los coches la capacidad de ver, pensar, aprender y moverse por una variedad casi infinita de escenarios de conducción”.*

NVIDIA ofrece soluciones software y hardware basadas en su experiencia en IA, no solo en vehículos, sino también en la industria auxiliar y empresas emergentes para una conducción autónoma más segura, con la plataforma NVIDIA DRIVE.

La plataforma NVIDIA DRIVE es abierta y flexible, usada por cientos de empresas, dicha plataforma permite ejecutar redes neuronales profundas en paralelo, permite el monitoreo del conductor y la visualización en el vehículo, contiene una función para conductores que recuerda “su ruta” para permitir una conducción automatizada punto a punto.

Su último lanzamiento este mismo año, presenta una solución de conducción autónoma escalable, un hardware modular único.



NVIDIA para probar y potenciar una solución segura, amplía su plataforma con un software de simulación avanzado que se ejecuta en las GPU simulando cámaras, radares y carreteras, en definitiva miles de millones de distintos escenarios de prueba que testean la conducción autónoma de un vehículo antes de que salga a las carreteras, aportando experiencia sin riesgo.

## Nissan y DeNA

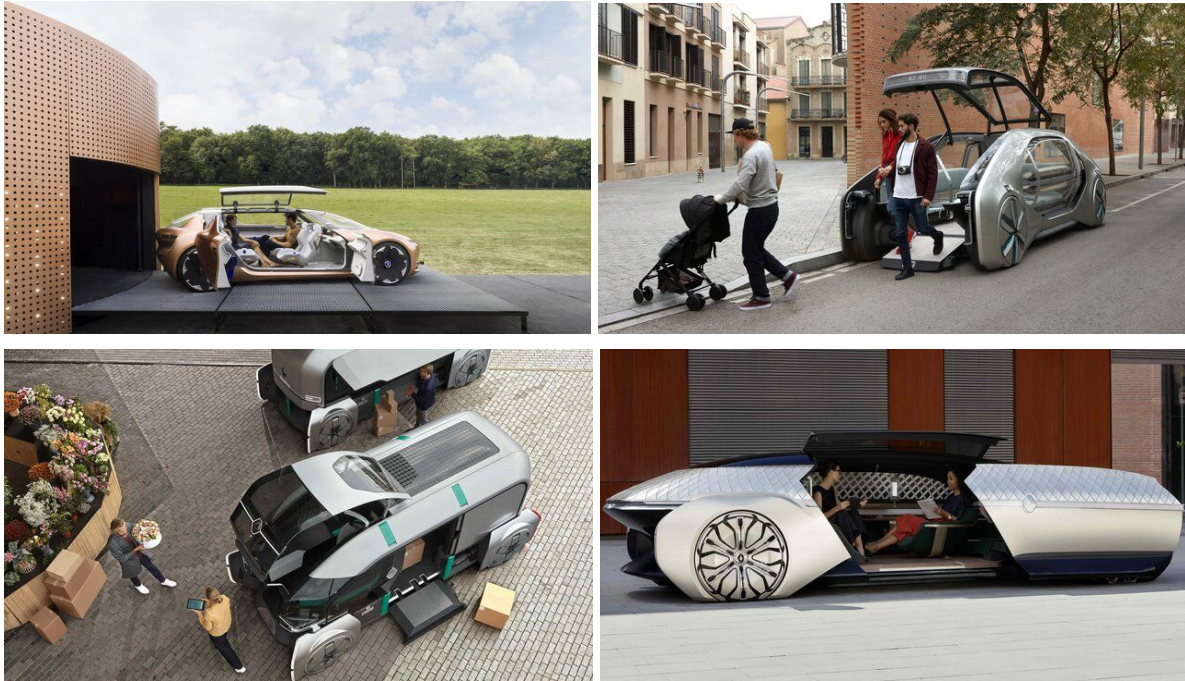


Nissan se asocia con la compañía de tecnología japonesa DeNA para desarrollar Easy Ride, ahora mismo en pruebas, las cuales se realizan en Yokohama, los participantes se podrán desplazar a unas rutas preestablecidas indicando al vehículo sus preferencias por medio de una aplicación, mediante texto o voz. La aplicación muestra los eventos y lugares recomendados, después los usuarios tendrán que rellenar unas encuestas, fomentando así la participación local y dinamizando las ciudades y barrios de donde se use.

Nissan y DeNA incluyen un sistema de monitoreo remoto, tanto de las ubicaciones como de las condiciones de los vehículos, a través de cámaras dentro y fuera de los vehículos, también se gestionará la logística y los horarios, todo ello para tranquilidad de sus clientes.



## Renault



Renault apuesta por una gama de coches autónomos y futuristas, empezó con Renault SYMBIOZ Concept que materializa la idea de vivienda nómada. Con este vehículo vivirás una nueva experiencia en un habitáculo multiusos, un vehículo pensado como una verdadera ampliación de tu casa, con todas las funcionalidades digitales siempre a tu disposición.

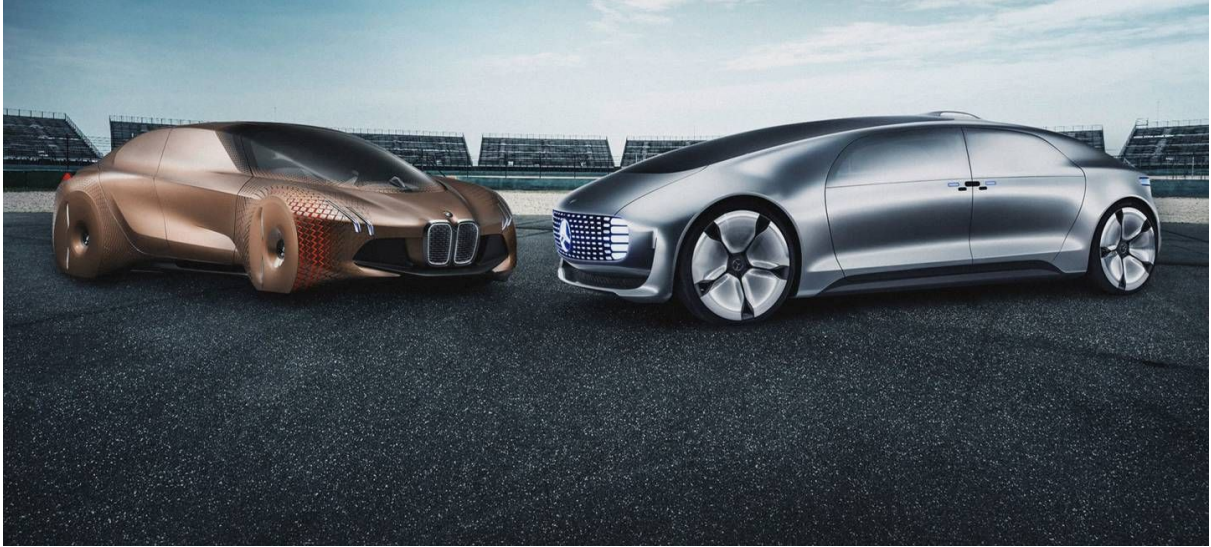
Renault EZ-GO Concept es un vehículo que reinventa la relación espacio tiempo, vehículo y servicio a la vez, quiere entrar a formar parte del ecosistema urbano como transporte colectivo, garantiza la seguridad de las personas cercanas con mensajes luminosos y diferentes sonidos.

EZ-ULTIMO Concept es una vehículo premium para la movilidad compartida, igual al anterior pero de alta gama, pensado para particulares y empresas, autónomo, conectado y totalmente eléctrico para la movilidad en la ciudad.

Por último EZ-PRO Concept, un vehículo autónomo diseñado para el reparto de mercancías en la ciudad, presentado como una herramienta ideal para las necesidades de los profesionales o particulares del reparto de paquetería.



## BMW y Mercedes-Benz



BMW y Mercedes-Benz (Daimler) se unen en febrero de este año para el desarrollo de coches autónomos. En una primera instancia, el primer objetivo de este acuerdo es desarrollar tecnologías de conducción autónoma nivel 4, que se lanzarán en coches de producción, se centran en asistencia a la conducción, conducción autónoma en autopista y autovía, y sistemas de aparcamiento autónomo. Estarán disponibles a la venta de particulares en el 2024.

## AI:ME (Audi)



AI:ME. Éste es el nombre con el que Audi ha bautizado su última creación. Se trata de un prototipo que muestra cómo será la movilidad urbana en la ciudad en un futuro próximo. Presentado en el Salón Internacional del Automóvil de Shanghái (18-25 de abril 2019).

Tiene automatización nivel 4, con una función de autoconducción en embotellamientos, de velocidad de 0 a 65 km/h, el vehículo se hará cargo de la aceleración, frenado y la dirección del conductor, previo deseo del mismo, cuando el atasco se disuelve o la carretera termina, la computadora le indica al conductor que vuelva al volante.

Contiene un sistema de asistencia al conductor, que no es más que un procesador de alto rendimiento y última generación para evaluar las señales que recoge de todos los sensores, se escanea toda el área que rodea al automóvil mientras que una cámara de video detecta marcas de carriles, barandas, peatones y otros vehículos, además de sensores ultrasónicos.

## Tesla



*“Todos los coches Tesla nuevos vienen de serie con un hardware avanzado capaz de ofrecer las funciones de Piloto automático hoy mismo; y en el futuro tendrán funciones de conducción completamente automática a través de actualizaciones de software diseñadas para mejorar la funcionalidad con el tiempo”.* Disponibles varios niveles de autonomía, pudiendo elegir entre Model S, Model 3 y Model X

Ya a la venta aunque alcanzan precios próximos a los 100.000 €, ejecuta una red neuronal desarrollada por Tesla para su software de procesamiento de visión, sonar y radar. El Piloto automático está diseñado para ayudarle con las partes más agotadoras de la conducción, permite que el coche gire, acelere y frene automáticamente dentro del carril, hace cambios de carril, toma cruces y salidas dependiendo de su destino, aunque necesita una supervisión activa del conductor.

No es completamente autónomo, solo en autopistas, autovías y aparcamiento, aunque dispone de un hardware ya preparado para la conducción autónoma total, el cual se irá actualizando cuando la legislación lo permita y la fiabilidad de los conductores humanos sea el adecuado para que la conducción autónoma sea posible.

Con su vehículo Tesla solo tendrá que entra y decirle dónde quiere ir, si no le indica ningún destino, el vehículo buscará en su calendario y lo llevará a su destino, en caso de que no haya nada en su calendario lo llevará a casa.

No será necesario estacionar, se podrá quedar en su lugar de destino y el automóvil se pondrá en modo de búsqueda de estacionamiento, buscará y se estaciona solo, con un toque en su teléfono el vehículo volverá a recogerlo.

## Ford



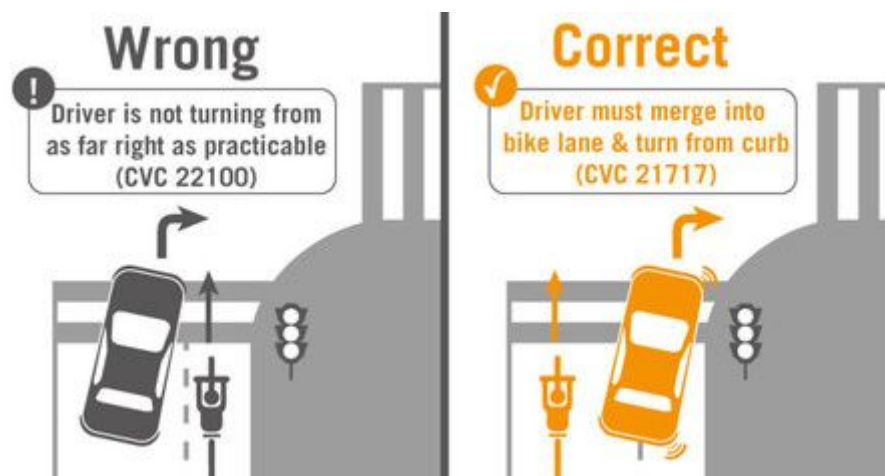
El primer coche autónomo de Uber con Ford Fusion, arranca sus pruebas en las calles de Pittsburgh el 20 Mayo 2016, en 2017 Ford presenta la nueva generación del coche autónomo de investigación y desarrollo Fusion (Mondeo en Europa) Hybrid. El compromiso de Ford es ofrecer un coche autónomo para 2021, con propósito de uso compartido de personas o mercancías.

Por lo pronto demuestra las posibilidades de esta tecnología con un robot autopropulsado llamado "Survival" que entrega piezas de repuesto en la planta de la compañía en Almussafes (Valencia).

UBER:



En 2016 Uber ya disponía de una flota de coches autónomos en algunas ciudades de EEUU, en Diciembre de ese mismo año, en California una cámara de seguridad capta a un coche de esta compañía saltándose un semáforo en rojo, Uber asegura que no es parte de su flota de coches autónomos sino un conductor privado. Ese mismo año tras varias quejas de ciclistas, se descubre que los vehículos de Uber no reconocen el carril bici, no se incorpora al carril cuando hace un giro, lo atraviesa sin más.



En marzo de 2018 se dio a conocer el primer atropello mortal de un vehículo autónomo. Con posterioridad se supo que el vehículo si había detectado al peatón pero no se paró porque la compañía había configurado al mínimo el umbral de sensibilidad para evitar falsos-positivos. Un Volvo XC90 de Uber atropella a una mujer de 49 años que iba



caminando con su bicicleta fuera del paso de peatones, Volvo confirma la tecnología autónoma empleada no era suya y elude toda responsabilidad, el coche iba en modo autónomo aunque había una persona supervisando. Tras esto Uber anuncia la suspensión de pruebas de vehículos sin conductor. Este mismo mes se conoce una colisión entre un vehículo autónomo de Uber y otro automóvil en Pittsburgh, ho hay víctimas aunque sí daños graves,

Todo esto sin permisos por parte del gobierno, tras un gran revuelo por varias faltas en las vías públicas por los coches de Uber, es a finales de este año, últimos meses de la administración de Obama, cuando se aprueba un marco legal para que los vehículos autónomos puedan coexistir en sus carreteras.

Más de un año después, ambas compañías presentan el primer coche sin conductor de serie. La última evolución de su proyecto, aunque ahora los coches autónomos serán conducidos por un humano en todo momento, además de disponer de un acompañante que documente todo lo que sucede en el vehículo, Uber da prioridad de trabajo como conductores a los mismos que despidió anteriormente.

Ahora Uber también incluye un sistema de monitoreo para los empleados a bordo del vehículo independiente y vuelve a activar los sistemas de seguridad de fábrica de Volvo (sistema de frenado de emergencia automático y prevención de colisiones), los cuales estaban desactivados por colisiones entre estos y algunos de sus sistemas propios.

## Conclusiones

¿Qué elegirá el coche? ¿Atropellar a un peatón o chocar el vehículo poniendo en peligro la vida de los que van dentro? Son algunas de las preguntas que nos hacemos cuando nos cuestionamos el futuro de la conducción autónoma.

Sería necesario disponer de un entorno seguro más que en el coche en si, esto evitaría llegar a situaciones que planteen dilemas morales como los expuestos anteriormente.

La predicción es que los vehículos autónomos reducirán los accidentes en un 90%, es una cifra bastante importante, serían muchas vidas salvadas. Pero... ¿y el 10% restante?

Es urgente que los Gobiernos establezcan unas pautas y un marco claro para el desarrollo de estos vehículos, Alemania es, hasta la fecha, el único país que ha regulado sobre la ética en las decisiones de los vehículos autónomos. En una guía publicada el año pasado, el Gobierno alemán asentó algunos principios básicos para la programación de la inteligencia artificial en los vehículos.

La reglamentación alemana establece que no se puede privilegiar a una persona frente a otra, ni por sexo, raza, edad o capacidades físicas o mentales. Las indemnizaciones por fallecimiento o incapacidades en España sí tienen en cuenta la edad de la víctima.

La vida humana debe estar por encima de cualquier valor económico, es decir, si el vehículo debe elegir entre matar a una persona o causar daños por millones de euros, debe privilegiar la vida.

Cuando logremos tener coches L5, junto al cambio en infraestructuras, habrá un cambio real en el transporte de las personas, se prevé que esto no será posible por lo menos hasta 2030.

# Bibliografía y recursos web

**Libro de Fundamentos Fuzzy, localizado en B. Informática y Telecom, ugr:**

[Fundamentos e introducción a la ingeniería "Fuzzy"](#)

Trillas, Enric, colaborador.

Madrid : Omron Electronics, 1994

**Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial de la Universidad de Sevilla:**

<http://www.cs.us.es/~fsancho/?e=97>

**Revista edu.com:**

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/1729/11625>

## **Vehículos**

Vehículo autónomo waymo:

<https://waymo.com>

NVIDIA coche autónomo

<https://www.nvidia.com/es-es/self-driving-cars/>

Nissan

[https://www.nissan-global.com/EN/TECHNOLOGY/OVERVIEW/easy\\_ride.html](https://www.nissan-global.com/EN/TECHNOLOGY/OVERVIEW/easy_ride.html)

Renault

<https://www.renault.es/concept-cars/symbioz.html>

BMW:

<https://www.bmw.com/es/innovation/el-futuro-de-los-coches-autonomos.html>

Audi AI:ME

<https://www.audi-mediacycenter.com/en/automated-driving-3651>

Tesla:

[https://www.tesla.com/es\\_ES/autopilot](https://www.tesla.com/es_ES/autopilot)

Ford:

<https://www.ford.es/acerca-de-ford/ford-blog>

## **Grupos de investigación:**

Zoox

<https://zoox.com/>

Embark:

<https://embarktrucks.com/>

Retevi:

<http://www.retevi.es/>

Lvl5:

<https://lvl5.ai/>

Aurora Driver:

<https://aurora.tech/aurora-driver/>

Insia:

<http://insia-upm.es/investigacion/inteligentes/>

MIT Technology Review.

[https://retina.elpais.com/retina/2019/11/20/innovacion/1574252240\\_649679.html](https://retina.elpais.com/retina/2019/11/20/innovacion/1574252240_649679.html)

Red Temática en Vehículos Inteligentes

<http://www.retevi.es/>

### **Noticias:**

<https://www.vialibre-ffe.com/noticias.asp?not=15833>

Aurora Driver, Hyundai y Kia Motors:

<https://www.reasonwhy.es/actualidad/hyundai-kia-coches-autonomos-aurora>