# Active Class #1...

Maestría en Inteligencia Artificial Aplicada

Introducción a los Vehículos Autónomos

Dr. David Antonio-Torres

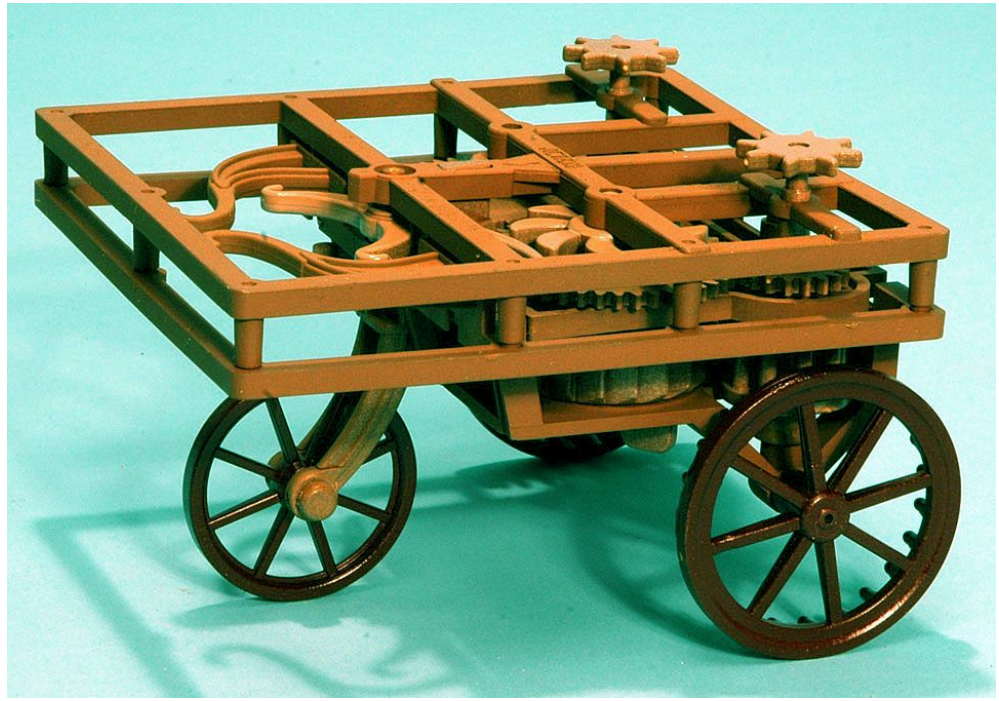
# Objetivo

Conocer la evolución de los vehículos autónomos hasta nuestros días, los niveles de autonomía y las soluciones de programación y simulación

# Active class

Historia y Evolución de los Vehículos Autónomos

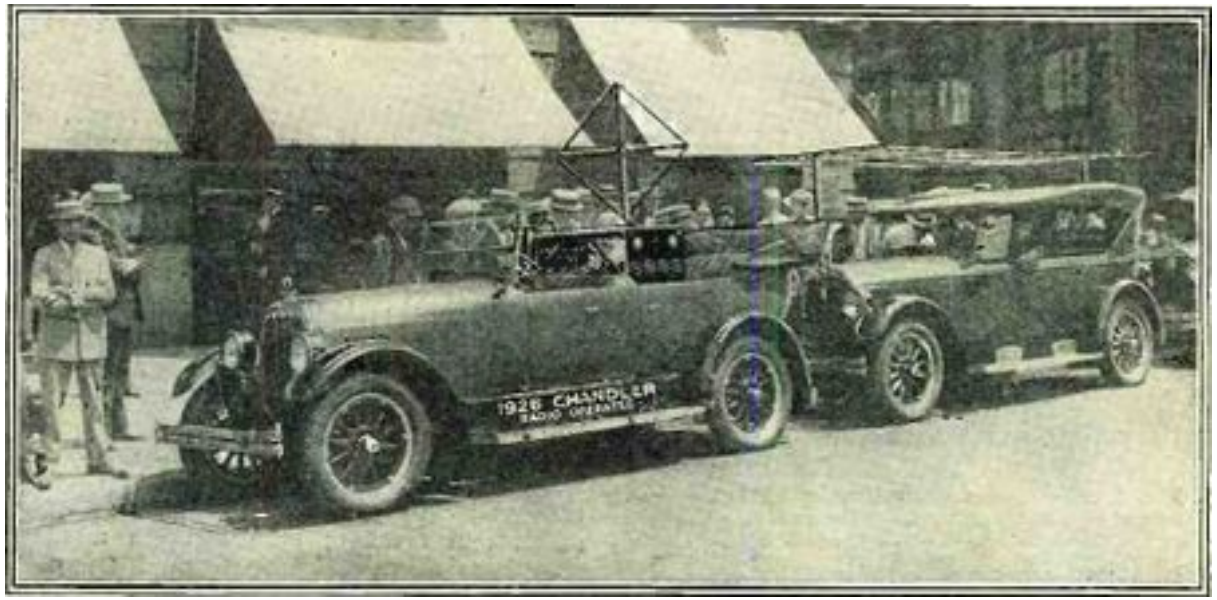
# 1500 ca. Self Propelling Cart de Leonardo Da Vinci



Tensión de resortes le daban potencia al auto para moverse, mientras que la dirección (*steering*) se ajustaba de antemano para establecer una ruta.
Hay quienes lo reconocen como el primer robot de la historia.

http://scalemodelnewsxtra.blogspot.com/2011/03/leonardo-da-vinci-automobile-cart-kit.html

# 1925 - Houdina Radio Control Company




La compañía Houdina Radio Control, fundada por el ingeniero Francis P. Houdina, desarrolló un automóvil operado por radio control. El auto, un Chandler modelo 1926, fue puesto a prueba en las calles de la Ciudad de Nueva York. En un segundo auto se llevaba a cabo el control a distancia.

By Electronic World - Original publication: Electronic World magazine 1925, published an article about the Houdina Radio Control and the technologyImmediate source: http://www.americanradiohistory.com/Archive-Radio-News/20s/Radio-News-1925-11-R.pdf, Fair use, https://en.wikipedia.org/w/index.php?curid=43982625

# 1950s - Sensores en Nebraska

Se colocaron sensores en autopistas de Nebraska para detectar ubicación y velocidad y así guiar a los vehículos sin conductores (driverless car).

https://journalstar.com/news/local/govt-and-politics/nebraska-tested-driverless-car-technology-60-years-ago/article_a702fab9-cac3-5a6e-a95c-9b597fdab078.html

# 1950s - Sensores en Nebraska

Se creía que esta tecnología iba a prosperar y se montaron los receptores en vehículos comerciales como el GM Firebird II modelo 1956. Los vehículos tenían problemas para cambiar de carril.

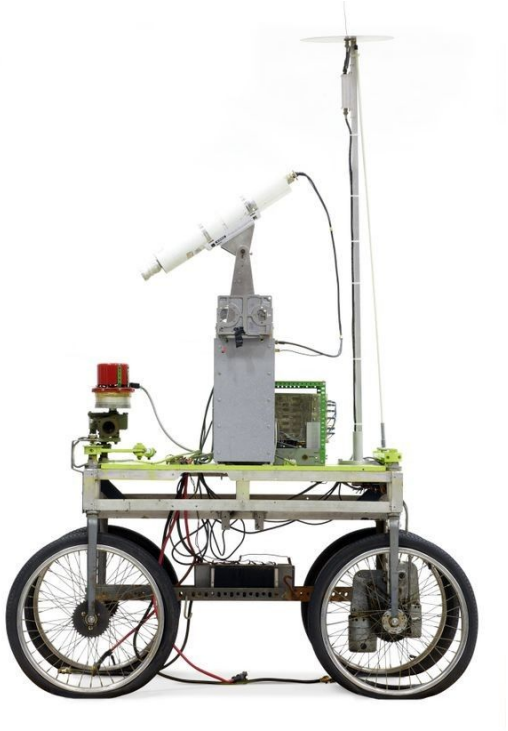
https://www.engineering.com/story/the-road-to-driverless-cars-1925---2025

# Cruise Control - 1950

En 1950, el Ing. Ralph Teetor patentó el sistema de control de crucero y Chrysler lo incorporó en 1956 en el auto Imperial con el nombre de “auto-pilot”. Dos años más tarde, el sistema se incorporó como equipamiento en los modelos Cadillac.

https://drive-my.com/first-production-vehicle-to-feature-cruise-control-1958-chrysler-imperial/

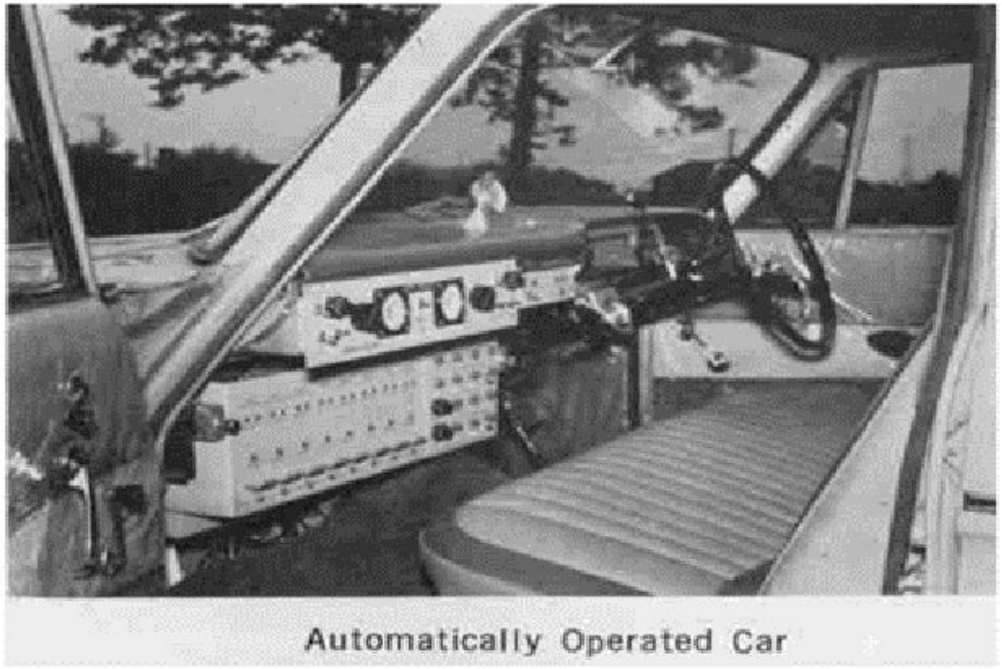
# Stanford Cart Robot - 1970s



Robot móvil equipado con un sistema de TV y una docena de procesadores para ejecutar tareas en tiempo real. Un programa de computadora permitía guiar al robot a través de espacios con obstáculos. Se movía un 1m cada 10 a 15 minutos. Después de avanzar 1 m, se detenía, tomaba fotos, procesaba y planeaba una nueva trayectoria.

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4613-8997-2_30

# Vehículo de Pasajeros de Tsukuba Mechanical




En 1977, la empresa japonesa Tsukuba Mechanical produjo un vehículo autónomo de pasajeros que podía reconocer marcas en las calles gracias a dos cámaras montadas en el vehículo y alcanzando una velocidad de más de 30 km/h.

https://www.researchgate.net/figure/Tsukuba-Mechanical-Engineering-Lab-Japan-1977-computerized-driverless-car-achieved-spe_fig2_365874855

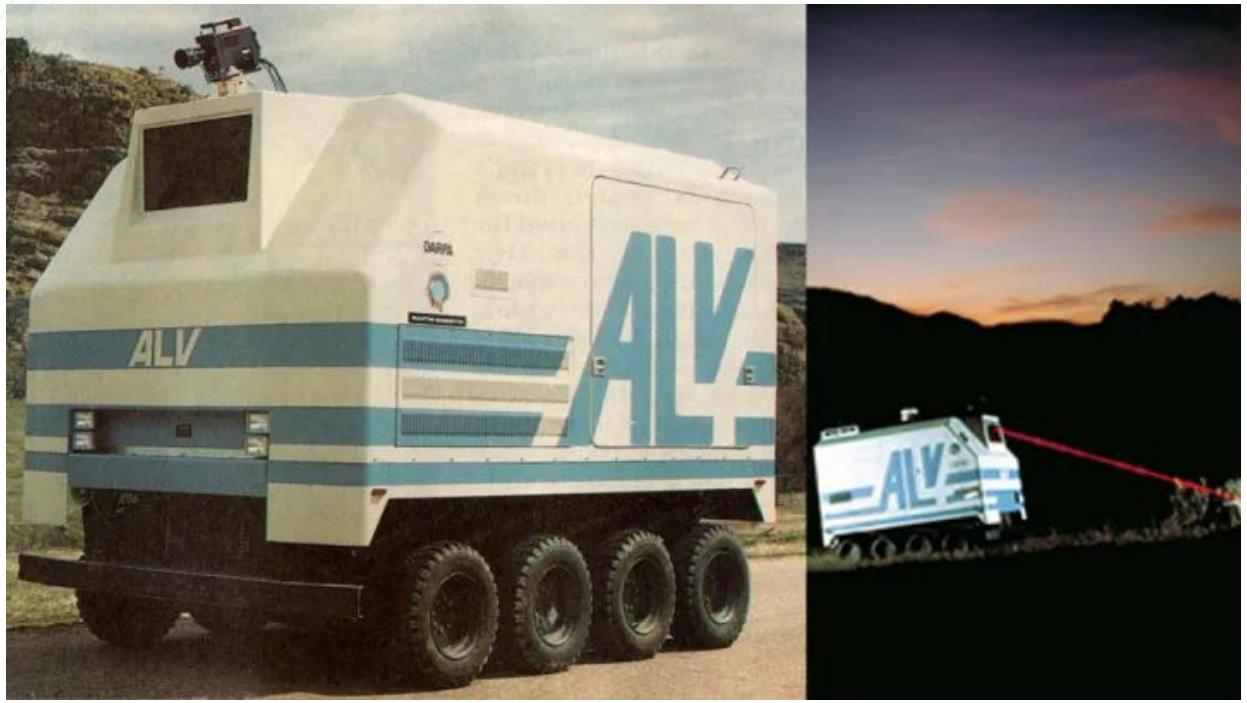
# Ernst Dickmanns - 1986

Para algunos, el hombre que inventó el Self-Driving Car. Ernst Dickmanns de la Bundeswehr University. “El auto era capaz de procesar entrada visual de cámaras y proporcionar comandos”. “Dos autos Mercedes 500 SELs, acelerando a 130 km/h, cambiando de carril y reaccionando a otros autos de manera autónoma, con un sistema de computadora a bordo controlando el volante, el acelerador y los frenos.

https://www.politico.eu/article/delf-driving-car-born-1986-ernst-dickmanns-mercedes/

https://medium.com/@davidrostcheck/the-self-driving-car-from-1994-fb1ec617bd5a

# DARPA - 1986




DARPA ALV (Autonomous Land Vehicle) desarrollado para aplicaciones militares, estaba conducido de manera autónoma por una combinación de un sensor LIDAR, Visión por Computadora y Redes Neuronales Artificiales.

https://www.gizmodo.com.au/2013/12/darpa-tried-to-build-skynet-in-the-1980s/

# DARPA Grand Challenge - 2000s

Un premio de 1 millón de dólares a quien construyera un vehículo autónomo que condujera por 142 millas por el desierto de Mojave. Uno de los ganadores de esta competencia fue Stanley, vehículo desarrollado por la Universidad de Stanford y Volskwagen, usando tecnología adaptada del Stanford Cart.

https://www.wired.com/story/darpa-grand-challenge-2004-oral-history/

# Toyota - 2003

En septiembre de 2003, Toyota da a conocer el primer sistema de Self-Parking en su auto híbrido Prius en Japón. “Un auto que se puede estacionar sin que el conductor toque el volante”

http://edition.cnn.com/2003/TECH/ptech/09/01/toyota.prius.reut/

# Google - 2009

https://www.businessinsider.com/google-driverless-car-history-photos-2016-10?r=MX&IR=T#as-of-2011-google-had-made-the-switch-from-toyota-to-lexus-installing-its-technology-into-a-fleet-of-23-rx450h-suvs-7

En 2009, Google comienza su Self Driving Car Project con un equipo liderado por miembros de los equipos ganadores en el DARPA Challenge. “Su software combina LIDAR y datos de Google Maps para reconocer su ubicación, usa entrada visual y radar para detectar e identificar vehículos, peatones y objetos en su vecindad”.

https://www.engineering.com/story/the-road-to-driverless-cars-1925---2025

# Autopilot de Tesla- 2015

Algunas de sus características son: centrado de carril, control crucero en presencia de tráfico, cambio de carril automático, auto-estacionamiento y navegación semi-autónoma en autopistas. Otro de los aspectos a resaltar es que se descargó como una actualización de software en los modelos S durante la noche.

By Natecation - Own work, CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=126829541

# MCity de la Universidad de Michigan- 2015

El Mobility Transformation Center, de 32 acres (1 acre = 4047 metros cuadrados), de la Universidad de Michigan consiste en una serie de instalaciones de prueba para vehículos autónomos. Ford fue una de las primeras ensambladoras en hacer pruebas en condiciones ambientales extremas.

https://www.clickondetroit.com/all-about-ann-arbor/2023/03/01/university-of-michigan-receives-15m-to-continue-automated-connected-transportation-research/

# Active class

Niveles de Autonomía

# SAE International

Conocida originalmente como la Sociedad de Ingenieros Automotrices, con oficinas centrales en EEUU, es una asociación y organización para el desarrollo de estándares para profesionales en la ingeniería en varias industrias. Se enfoca principalmente en industrias del transporte como aeroespacial, automotriz y vehículos comerciales.

https://en.wikipedia.org/wiki/SAE_International

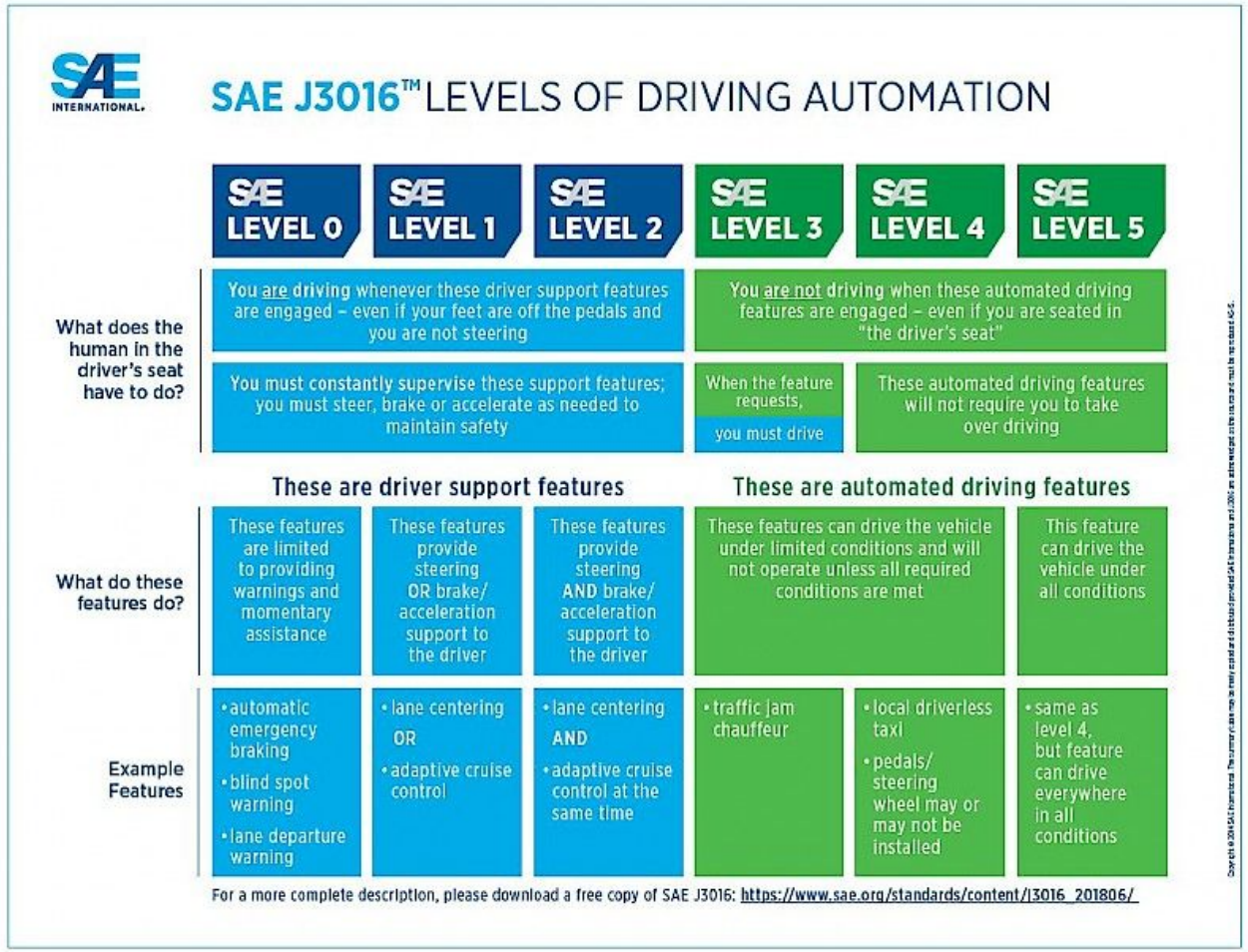
# SAE J3016™ LEVELS OF DRIVING AUTOMATION

| | 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 not 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 | • automatic emergency braking<br>• blind spot warning<br>• lane departure warning | • lane centering<br>OR<br>• adaptive cruise control | • lane centering<br>AND<br>• adaptive cruise control at the same time | • traffic jam chauffeur | • local driverless taxi<br>• pedals/ steering wheel may or may not be installed | • same as level 4, but feature can drive everywhere in all conditions |

For a more complete description, please download a free copy of SAE J3016: https://www.sae.org/standards/content/j3016_201806/

Copyright © 2014 SAE International. The summaries are not to be reproduced or distributed in modified SAE terminology and J3016 as shown and must be accurate & c.

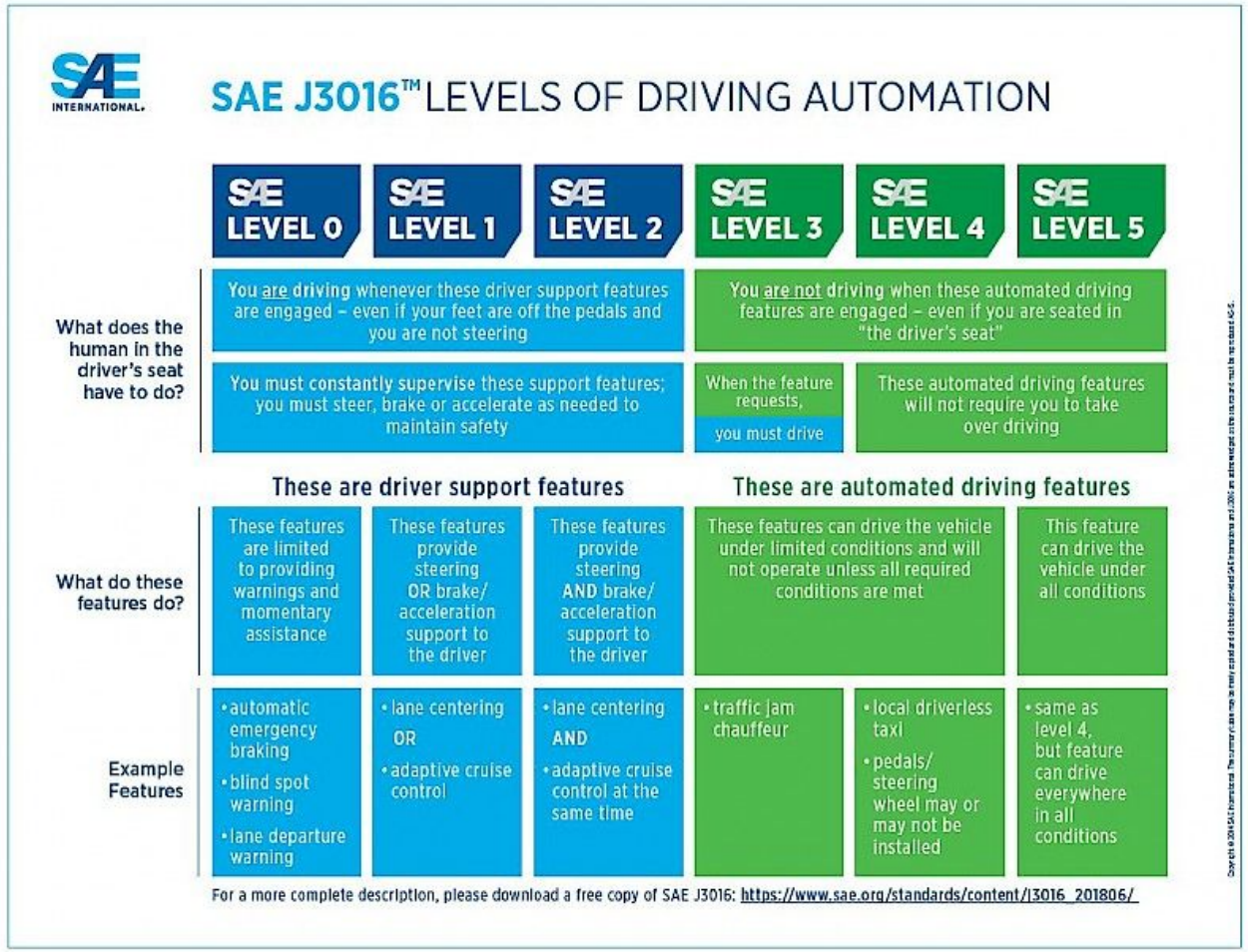
# Nivel 0 - Sin Automatización




En este nivel, el vehículo no posee características de conducción automatizada. La experiencia de conducción radica enteramente en las manos del conductor, pero el vehículo puede venir equipado con sistemas de asistencia en la conducción, tales como señales de alerta o acciones de emergencia (frenos ABS, control de crucero, alarma de punto ciego, etc.). Sin embargo, el vehículo por sí mismo no puede tomar ninguna acción.

https://www.faistgroup.com/news/autonomous-vehicles-levels/

# Nivel 1 - Asistencia al Conductor

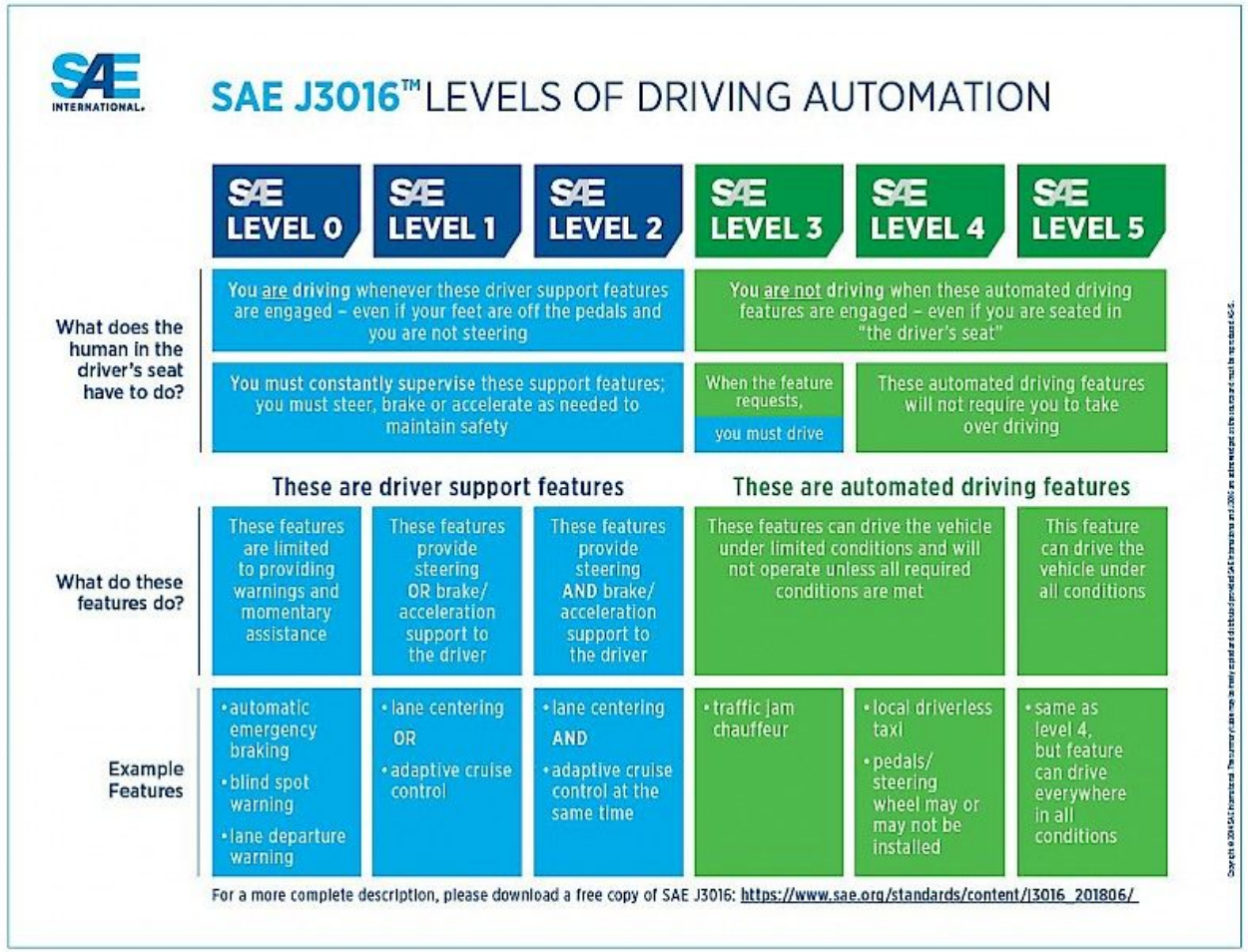



En este nivel se habla de vehículos equipados con sistemas que proporcionan asistencia constante durante la aceleración, frenado y conducción, mientras que el conductor se mantiene atento e involucrado. Así mismo, el conductor tiene la tareas de conducir el vehículo y monitorear los sistemas.

Ejemplos de sistemas son: asistencia de conservación de carril, control de crucero adaptivo, asistencia de frenado, etc.

https://www.faistgroup.com/news/autonomous-vehicles-levels/

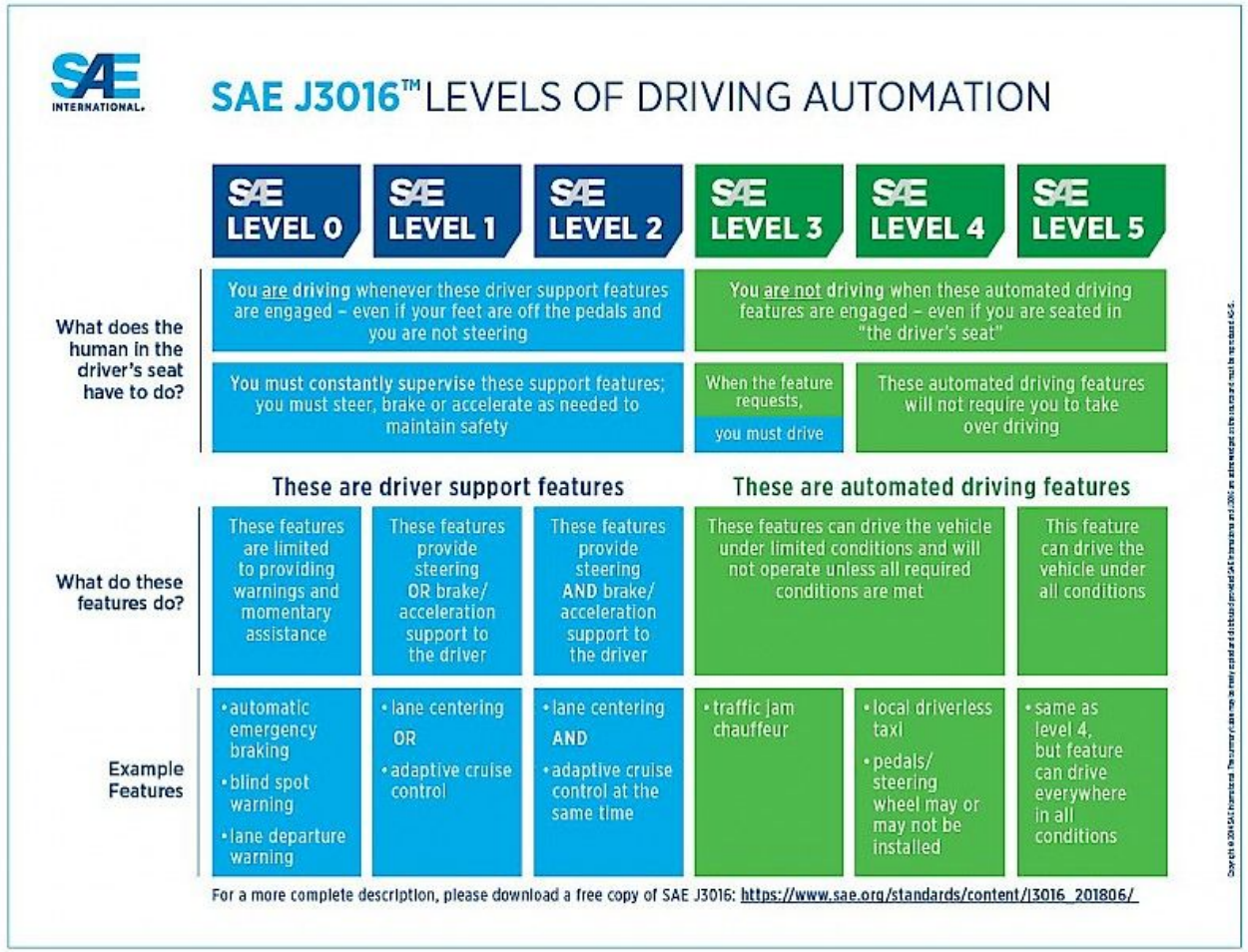
# Nivel 2 - Automatización Parcial




En este nivel, los vehículos vienen equipados con ADAS (Advanced Driving Assistance Systems) que proporcionan asistencia continua en aceleración, frenado y conducción, mientras el conductor se mantiene atento e involucrado (como en los niveles 0 y 1), con la posibilidad de que el conductor le pase el control a los sistemas ADAS para algunas tareas básicas.

https://www.faistgroup.com/news/autonomous-vehicles-levels/

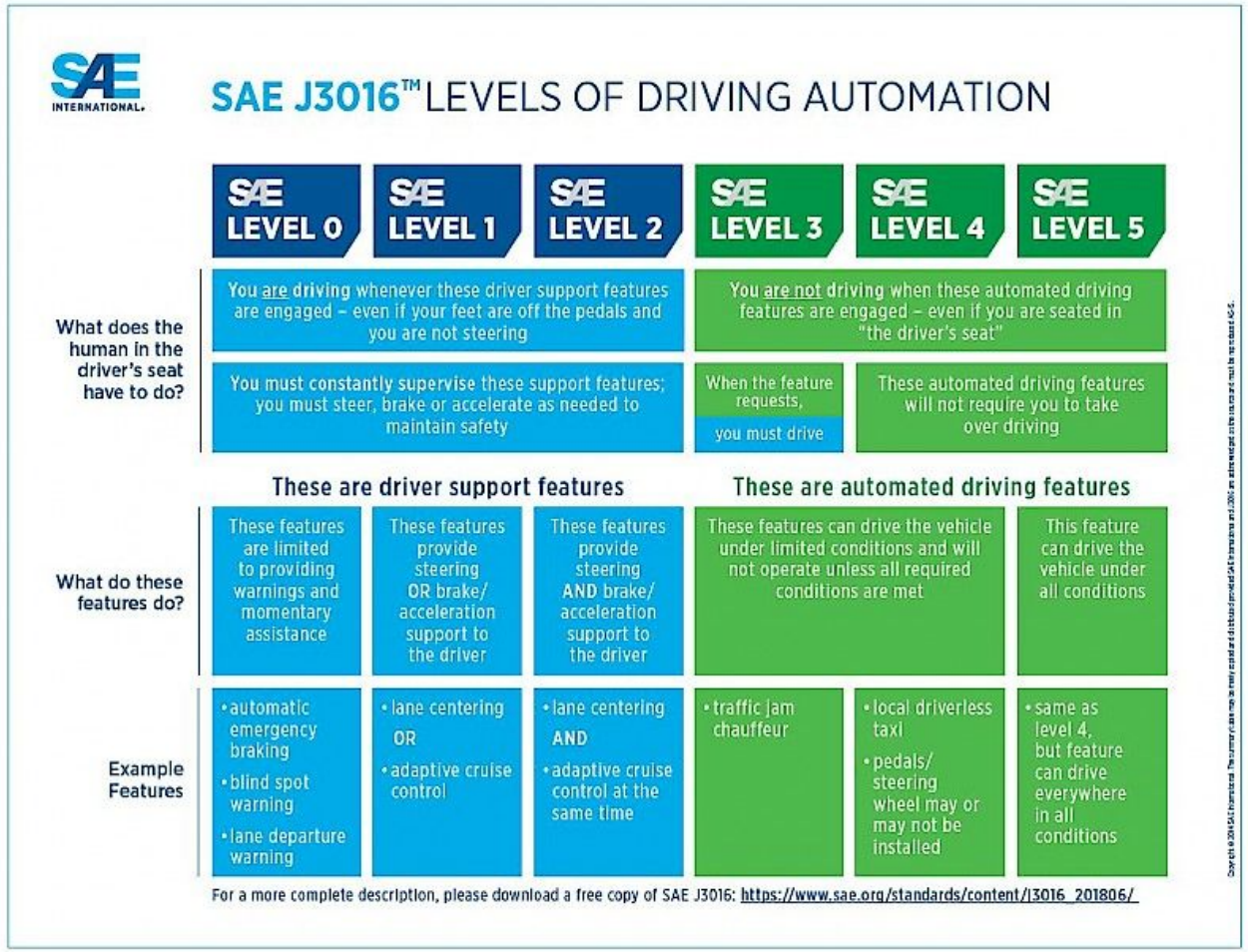
# Nivel 3 - Automatización Condicional




En este nivel y posteriores, el vehículo realiza todo el monitoreo del mundo exterior. El vehículo puede operar en modo autónomo bajo ciertas circunstancias, pero el conductor debe estar atento para tomar control del vehículo cuando las condiciones superen los alcances del sistema de conducción.

https://www.faistgroup.com/news/autonomous-vehicles-levels/

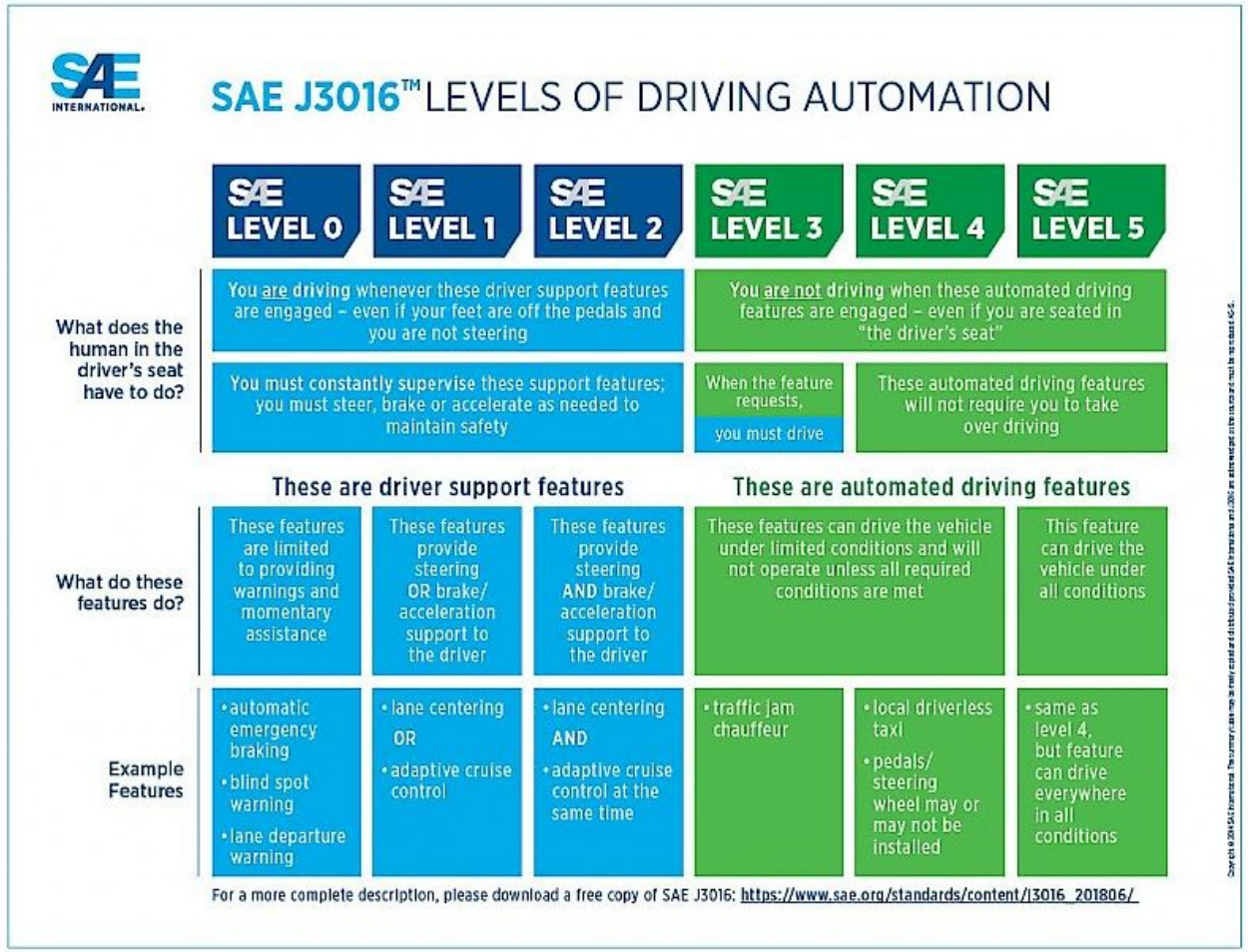
# Nivel 4 - Automatización Alta




A diferencia del nivel 3, en este nivel el vehículo está equipado con capacidades para intervenir en el caso de un mal funcionamiento sin involucrar al conductor. Sin embargo, el conductor aún conserva el poder de tomar control del vehículo, de ser necesario, como en calles concurridas.

https://www.faistgroup.com/news/autonomous-vehicles-levels/

# Nivel 5 - Automatización Completa



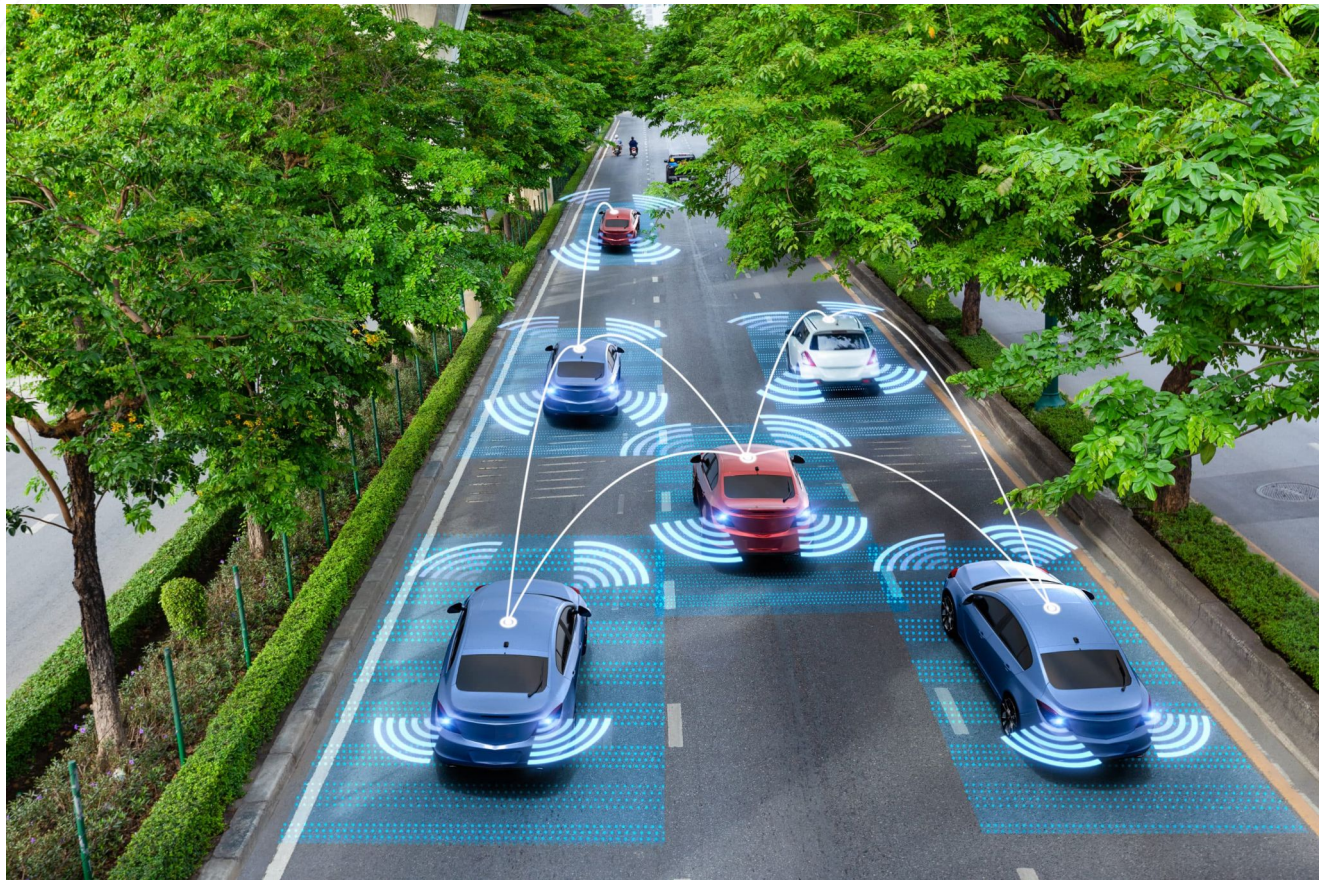

En este nivel, el vehículo será completamente autónomo y no requerirá de un conductor humano, sin importar las condiciones del camino. El vehículo controla todas las tareas críticas, tales como conducción, frenos y pedales. El vehículo monitoreará el mundo exterior, identificará y reaccionará a todas las condiciones de conducción, por ejemplo, embotellamientos.

https://www.faistgroup.com/news/autonomous-vehicles-levels/

# Active class

Programación de Vehículos Autónomos

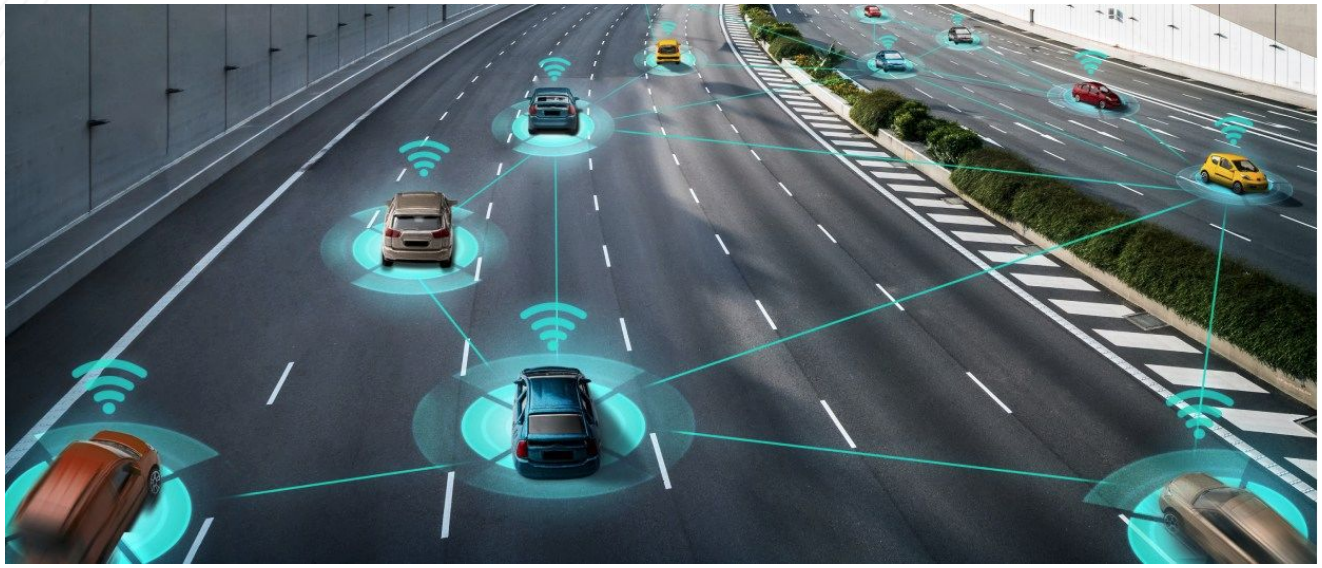
# Programación de Vehículos Autónomos



- Visión por computadora (Computer Vision)
- Aprendizaje automático (Machine Learning)
- Aprendizaje Profundo (Deep Learning)
- Aprendizaje por Refuerzo (Reinforcement Learning)

https://www.udacity.com/blog/2021/03/how-self-driving-cars-work-sensor-systems.html

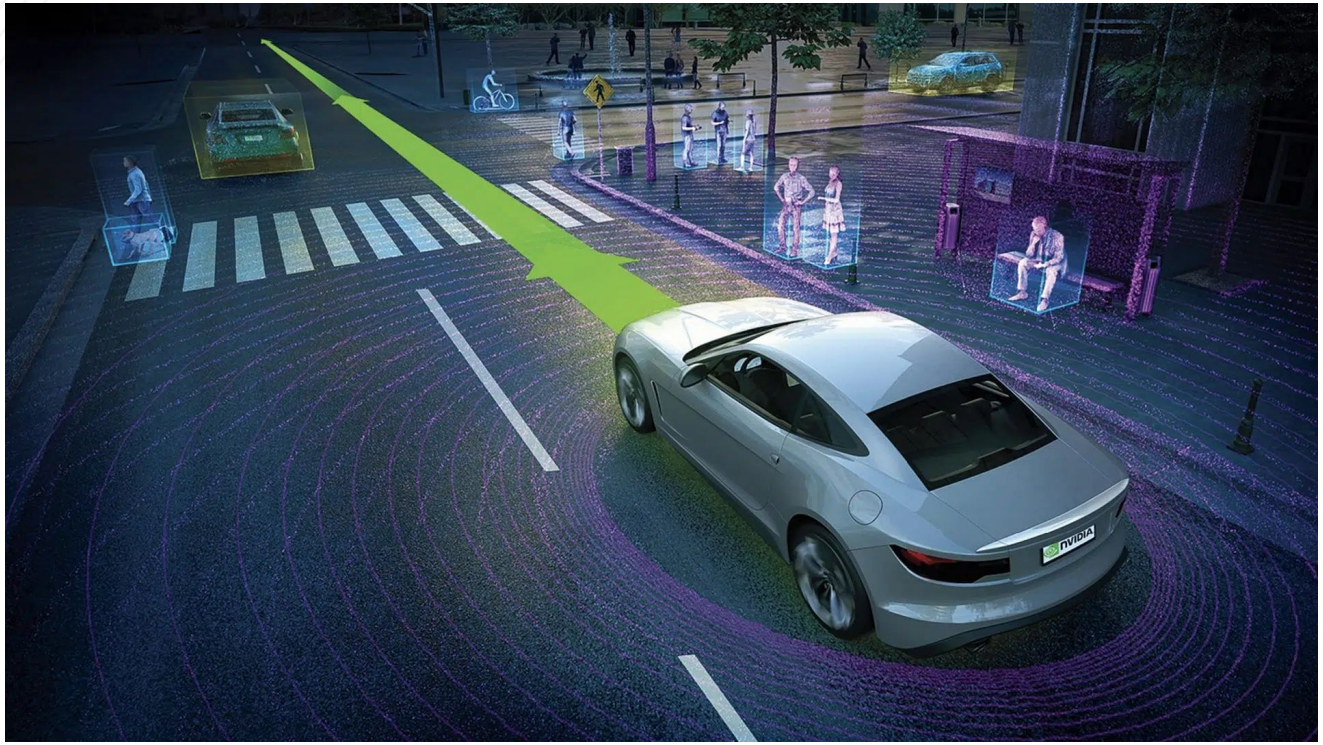
# Programación de Vehículos Autónomos



- Fusión de Sensores (Sensor Fusion)
- Sistemas de Control
- Localización y Planeación de trayectorias (Localization and Planning)

https://www.the-next-tech.com/top-10/best-10-programming-languages-utilized-in-autonomous-vehicles/

# Programación de Vehículos Autónomos




- Dinámica de Vehículos (Vehicle Dynamics)
- Electromovilidad (Electromobility)

https://enoumen.com/2022/07/20/programming-languages-used-for-autopilot-in-self-driving-cars-like-tesla-audi-bmw-mercedes-benz-volvo-infiniti/

# Active class

Simuladores de Vehículos Autónomos

# CARLA Simulator

- Open source
- Mundos realistas
- Diversas condiciones climáticas
- Diversos sensores
- Altos requerimientos computacionales

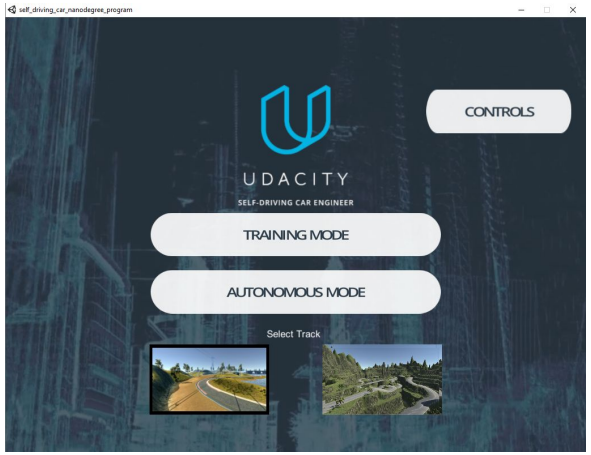
https://carla.readthedocs.io/en/0.9.2/getting_started/

# Gazebo

- Open source
- Mundos con calidad media
- Algunas condiciones climáticas
- Diversos sensores
- Requerimientos computacionales intermedios

https://www.ros.org/news/2017/06/simulated-car-demo.html

# Simulador de Udacity




- No es open source
- Unicamente dos mundos
- Sin condiciones climáticas
- Sólo tres cámaras
- Requerimientos computacionales básicos

https://github.com/udacity/self-driving-car-sim

# Webots

- Open source
- Diversos mundos con mediana calidad
- Diversas condiciones climáticas
- Diversos sensores
- Requerimientos computacionales intermedios

https://www.youtube.com/watch?v=zu4DDx5mp80&ab_channel=SainathUrankar

# MATLAB

- Simuladores y toolboxes propietarios
- Diversos escenarios con mediana calidad
- Diversos escenarios de conducción
- Diversos sensores
- Requerimientos computacionales intermedios

https://la.mathworks.com/products/automated-driving.html

# Active class

Herramientas de Programación del Curso

# Herramientas de Programación

Webots™
robot simulation

python™

ANACONDA®

OpenCV

jupyterlab™

scikit learn
machine learning in Python

kaggle

Visual Studio

Google Colaboratory

TensorFlow

Keras

# Herramientas de Programación

Webots™
robot simulation

python™

ANACONDA®

OpenCV

jupyterlab™

scikit learn
machine learning in Python

kaggle

Visual Studio

Google Colaboratory

TensorFlow

Keras

# Herramientas de Programación

Webots™
robot simulation

python™

ANACONDA®

OpenCV

jupyterlab™

scikit learn
machine learning in Python

kaggle

Visual Studio

Google Colaboratory

TensorFlow

Keras

# Herramientas de Programación

Webots™
robot simulation

python™

ANACONDA®

OpenCV

jupyterlab™

scikit learn
machine learning in Python

kaggle

Visual Studio

Google Colaboratory

TensorFlow

Keras

# Herramientas de Programación

Webots™
robot simulation

python™

ANACONDA®

OpenCV

jupyterlab™

scikit learn
machine learning in Python

kaggle

Visual Studio

Google Colaboratory

TensorFlow

Keras

# Herramientas de Programación

Webots™
robot simulation

python™

ANACONDA®

OpenCV

jupyterlab™

scikit learn
machine learning in Python

kaggle

Visual Studio

Google Colaboratory

TensorFlow

Keras

# Herramientas de Programación

Webots™
robot simulation

python™

ANACONDA®

OpenCV

jupyterlab™

scikit learn
machine learning in Python

kaggle

Visual Studio

Google Colaboratory

TensorFlow

Keras

# Herramientas de Programación

Webots™
robot simulation

python™

ANACONDA®

OpenCV

jupyterlab™

scikit learn
machine learning in Python

kaggle

Visual Studio

Google Colaboratory

TensorFlow

Keras

# Herramientas de Programación

Webots™
robot simulation

python™

ANACONDA®

OpenCV

jupyterlab™

scikit learn
machine learning in Python

kaggle

Visual Studio

Google Colaboratory

TensorFlow

Keras

# Herramientas de Programación

Webots™
robot simulation

python™

ANACONDA®

OpenCV

jupyterlab™

scikit learn
machine learning in Python

kaggle

Visual Studio

Google Colaboratory

TensorFlow

Keras

# Herramientas de Programación

Webots™
robot simulation

python™

ANACONDA®

OpenCV

jupyterlab™

scikit learn
machine learning in Python

kaggle

Visual Studio

Google Colaboratory

TensorFlow

Keras

# Active class

Referencias

# Referencias


- https://www.wired.com/brandlab/2016/03/a-brief-history-of-autonomous-vehicle-technology/#chapter-1
- https://www.engineering.com/story/the-road-to-driverless-cars-1925---2025
- https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4613-8997-2_30
- https://www.wired.com/story/darpa-grand-challenge-2004-oral-history/
- https://en.wikipedia.org/wiki/SAE_International
- https://www.sae.org/news/2019/01/sae-updates-j3016-automated-driving-graphic
- https://www.faistgroup.com/news/autonomous-vehicles-levels/
- https://carla.readthedocs.io/en/0.9.2/getting_started/
- https://www.ros.org/news/2017/06/simulated-car-demo.html
- https://github.com/udacity/self-driving-car-sim
- https://www.youtube.com/watch?v=zu4DDx5mp80&ab_channel=SainathUrankar
- https://la.mathworks.com/products/automated-driving.html

Tecnológico de Monterrey

D.R.© Tecnológico de Monterrey, México, 2023.
Prohibida la reproducción total o parcial
de esta obra sin expresa autorización del
Tecnológico de Monterrey.