

## Caso de estudio: DECISIÓN DE CÓMO PROGRAMAR LA TOMA DE DECISIONES DE UN VEHÍCULO AUTOMATIZADO Y LA FORMA DE REALIZAR PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

<https://www.youtube.com/watch?v=K0bE5BbQuWk>

### Una mujer muere después de ser atropellada por un coche autónomo de Uber

[https://www.lespanol.com/omicrono/20180319/mujer-muere-despues-atropellada-coche-autonomo-uber/293222267\\_0.html](https://www.lespanol.com/omicrono/20180319/mujer-muere-despues-atropellada-coche-autonomo-uber/293222267_0.html)

19 marzo, 2018

La policía ha confirmado la primera persona muerta por un coche autónomo, después de que un modelo de Uber atropellase a una mujer.

Puede que finalmente haya ocurrido lo que todo el mundo se temía: la que posiblemente es la primera muerte provocada por un coche autónomo.

Los hechos ocurrieron en Tempe, Arizona, este mismo lunes. Según informan medios locales, un coche de Uber atropelló a una mujer, que fue trasladada a un hospital cercano; lamentablemente, falleció a consecuencia de sus heridas.

Aún no se conocen todos los detalles, pero según la policía el coche estaba en modo autónomo, por lo que el control recaía sobre el sistema inteligente desarrollado por Uber; a bordo y en el asiento del conductor iba un empleado de la compañía.

Las leyes de la mayoría de los estados obligan a que una persona siempre pueda tomar el control del coche en caso de que lo considere necesario; sólo en algunos casos, como en el coche autónomo de Waymo, se ha permitido circular sin nadie en el asiento del conductor.

Según algunas fuentes, la mujer estaba caminando fuera del paso de peatones; sin embargo, esto no está confirmado por la policía. Los coches autónomos no se fijan tanto en los pasos de cebra, ya que su primera prioridad siempre es la presencia de personas, sin importar su situación.

A falta de conocer todos los detalles, este es probablemente el primer caso de un fallecido por culpa de un coche autónomo. El único caso similar ocurrió en 2016, cuando un conductor de un Tesla con el piloto automático activo murió en un accidente; sin embargo, se reveló que la causa del accidente fue que la persona iba distraída, cuando el piloto automático de Tesla necesita de la atención del conductor.

Ante esta noticia, Uber ha parado todos sus coches autónomos; todas las pruebas se han suspendido, a la espera del análisis de lo ocurrido. La compañía también se ha puesto a disposición de la policía para averiguar lo ocurrido.

Esta no es la primera vez que Uber se mete en problemas con su coche autónomo. Sus pruebas en San Francisco recibieron duras críticas después de que se publicasen vídeos que demostraban que el coche se saltaba semáforos; Uber se defendió asegurando que en aquellos momentos los coches estaban siendo conducidos por los empleados.

La investigación del incidente aún está activa. Conducir es algo que siempre tendrá su riesgo, y no existe un sistema infalible; sabiendo esto, no hace falta decir que era inevitable que un accidente de estas características ocurriese tarde o temprano. Ahora la joven industria del coche autónomo se enfrenta a su primer gran dilema ¿cómo reaccionarán estas compañías ante este accidente mortal?

**Se confirma que el coche autónomo de Uber que mató a una mujer no estaba programado para detectar y actuar ante peatones imprudentes**

<https://www.xataka.com/automovil/se-confirma-que-coche-autonomo-uber-que-mato-a-mujer-no-estaba-programado-para-detectar-actuar-peatones-imprudentes>

7 Noviembre 2019

Han pasado 15 meses desde el accidente donde un coche autónomo de Uber atropelló y mató a Elaine Herzberg, de 49 años de edad, mientras cruzaba la calle en la noche con su bicicleta. Y tal y como se había adelantado en el informe preliminar de la Junta Nacional de Seguridad en el Transporte de Estados Unidos (NTSB), no se trató de un fallo en los sistemas sino de un error en la programación del software.

La NTSB publicó el informe final donde recaban toda la información del accidente y los registros de Uber, donde se confirma que el coche autónomo no estaba programado para identificar y actuar ante peatones imprudentes, ya que Elaine decidió cruzar por donde no era un paso peatonal.

Antes del accidente fatal, Uber había tenido 37 accidentes con sus coches autónomos

De acuerdo al documento de la NTSB, el coche autónomo de Uber tenía serias fallas de software, donde se incluía la incapacidad de reconocer a las personas que cruzan la calle en zonas no autorizadas. Según la agencia, el coche de Uber no identificó a Elaine como persona sino hasta 1,2 segundos antes del impacto, cuando ya era demasiado tarde.

La NTSB descubrió que el coche de Uber "no incluía una consideración para los peatones que cruzan la calle".

"Aunque el sistema detectó al peatón casi seis segundos antes del impacto, nunca lo clasificó como peatón, porque estaba cruzando en un lugar sin un cruce peatonal y el diseño del sistema no incluía una consideración para los peatones que cruzan a pie por otras zonas."

Además, el software del coche estaba programado con un retraso de un segundo para iniciar el frenado después de detectar un objeto en la carretera, esto con el objetivo de descartar posibles falsos negativos, calcular rutas alternativas o dejar que el conductor de seguridad tomara el control. Uber ya confirmó que este retraso intencional ya ha sido eliminado del software.

Uber también decidió configurar al mínimo el umbral de sensibilidad para evitar falsos-positivos, y así los sistemas sólo reaccionarían ante "objetos sólidos de gran tamaño que representarían una amenaza real" y no ante bolsas u otros objetos aparentemente inofensivos. Esto significó que también se desactivaron los sistemas de seguridad que la propia Volvo había instalado a su XC90, ya que Uber buscaba que no interfirieran con la operación de sus sistemas.

Según la NTSB, después del accidente, Uber hizo simulaciones con el software ya corregido usando los sensores del coche involucrado en el accidente. Bajo este escenario se percataron que el sistema habría

sido capaz de detectar al peatón 88 metros o 4,5 segundos antes del impacto a una velocidad de 69,5 km/h. Tras esta detección, el coche habría frenado a los 4 segundos antes del impacto.

Es decir, si los sistemas de Uber hubieran estado bien configurados, el accidente se habría evitado, ya que la distancia promedio de frenado ante la presencia de una persona es de aproximadamente 39,62 metros a esa velocidad de casi 70 km/h. Incluso habría habido suficiente tiempo para que los sistemas calcularán una maniobra evasiva o el conductor de seguridad tomara el control de la situación.

[...]

## Año y medio después del primer atropello por un coche autónomo: menos grandilocuencia, más investigación y nuevas preguntas

<https://www.xataka.com/automovil/ano-medio-despues-primer-atropello-vehiculo-autonomo-grandilocuencia-investigacion-nuevas-preguntas>

29 Septiembre 2019

Año y medio después del primer, y único, atropello mortal de un vehículo con funciones de conducción autónoma, el panorama sobre este tipo de vehículos ha cambiado radicalmente. Si en 2016 no había alto ejecutivo relacionado con el VA que no previera que en un par de años viviríamos entre coches sin conductor, hoy sus declaraciones son mucho más precavidas. Llegarán, pero quién sabe cuándo.

[...]

Tras el atropello, Uber canceló su ensayo con taxis autónomos. Los sacó de Tampa, la ciudad donde se produjo el accidente, y también de todo el estado de Arizona; sí los dejó en otras ciudades, como San Francisco o Pittsburgh, aunque los vehículos siguieron circulando sin hacer uso de sus funciones de conducción autónoma.

Cuatro meses después, Uber reactivó los ensayos de vehículos autónomos en Pittsburgh, pero con importantes restricciones: dos conductores en vez de uno (el copiloto se encargaría de vigilar al conductor); funciones de conducción autónoma limitadas (Uber las iría autorizando poco a poco); y recuperación de los sistemas de seguridad de los vehículos de Volvo, que Uber mantenía inactivos para que fueran sus sistemas los encargados de la seguridad (la decisión de reactivar los sistemas de Volvo se tomó después de que la autoridad de seguridad vial estadounidense demostrara que el coche involucrado en el atropello sí detectó a la mujer atropellada antes de arrollarla y que incluso podría haber activado el freno de emergencia de haber estado este sistema en funcionamiento).

[...]

Los accidentes, mortales y no mortales, han servido para introducir un tema que rebasa al vehículo autónomo y afecta a los pilares mismos de la inteligencia artificial: las máquinas pueden aprender de forma inductiva, pero no está tan claro que dominen la deducción. Dicho de otro modo: un coche puede aprender a conducir porque se le enseña a tomar las curvas, a mantener una distancia de seguridad, a permanecer en el carril, a no frenar bruscamente, a no atropellar viandantes, es decir, se le enseña cómo se debe conducir a partir de determinados hábitos que pueden traducirse a números y de la interpretación de datos del mundo real que sus sensores van captando. Todo esto es un proceso inductivo que la IA ya ha superado hace tiempo. La incógnita es lo deductivo: si la IA es capaz de prever acciones no basándose en datos objetivos, sino en suposiciones, tal y como podemos hacer los humanos.

Un ejemplo extremo: tenemos una autopista de cuatro carriles y una persona que está en la mediana con claras intenciones de saltarla y atravesar la carretera. Un conductor humano deduciría las intenciones de esta persona y probablemente se cambiaría de carril (incluso podría llamar a la policía) ¿Podría hacer algo parecido la IA con las tecnologías actuales en un tiempo tan corto como para evitar un atropello? La respuesta es que no. “Hay temas relacionados con la intuición del conductor experimentado que difícilmente vas a poder implementar en una IA”, explica el catedrático. “No creo que eso sea un freno para implantar la conducción autónoma compartida con la manual, pero sí va a limitar las capacidades de la conducción autónoma”.

En este tiempo, las compañías han rebajado las declaraciones de un futuro cercano sin conductores, y ahora prefieren ser bastante más conservadoras en su comunicación. De hecho, los mensajes más habituales hablan de probar, probar y probar antes de poner en circulación nuevas innovaciones. Como GM, que declaró recientemente que sobre todo va a probar los avances que ya tenía en ciudades seleccionadas de Arizona, California y Michigan.

También han reforzado la investigación Ford y Argo AI, la start-up especializada en vehículos autónomos participada por el fabricante estadounidense. Ambas inauguraron a mediados de 2019 un centro de investigación en la Universidad Carnegie Mellon, de la que nos interesa saber que tiene un departamento de IA muy valorado en el sector del automóvil, y que se ubica en Pittsburgh, que empieza a ser el Detroit (el antiguo, no el actual) de los vehículos autónomos. Una reciente alianza de Ford con Volkswagen tenía entre sus condiciones que los alemanes apoyaran económicamente este centro de investigación.

En cuanto a Google, Waymo tiene entre ceja y ceja la seguridad, y muchos de sus avances tecnológicos recientes han ido en esta dirección. Como los sistemas para funcionar de forma autónoma bajo condiciones climáticas adversas o las medidas para evitar atropellos a viandantes y ciclistas (de nuevo podemos ver las consecuencias del atropello de 2018).

[...]

## El otro gran reto de los vehículos autónomos: aclarar las responsabilidades en caso de siniestro

<https://www.xataka.com/automovil/otro-gran-reto-vehiculos-autonomos-aclarar-responsabilidades-caso-siniestro>

3 Mayo 2019

Domingo 18 de marzo de 2018. Al filo de las diez de la noche. Elaine Herzberg empuja su bicicleta por una de las amplias carreteras de Temple, en Arizona (EEUU). Hace rato que es de noche ya, las farolas apenas iluminan el asfalto y la ropa oscura que viste Herzberg la convierte en poco más que un borrón difuso en mitad de la calzada. Mientras avanza en dirección al poblado de North Mill Avenue, un Volvo XC90 de color planteado sale de la oscuridad a 63 kilómetros por hora y la arrolla. Herzberg apenas tiene tiempo de reaccionar. Tras el volante del Volvo —en el asiento del conductor— se distingue el rostro desencajado de Rafaela Vásquez. Al notar la violencia del impacto sobre el capó sus ojos destilan miedo. Y confusión. Segundos antes de arrollar a Herzberg, Vásquez miraba un vídeo en su smartphone, aún apoyado sobre el salpicadero del vehículo.

[...]

El suceso abrió un debate insoslayable: ¿Quién fue el responsable del atropello? ¿Rafaela Vásquez, quien se supone que debía ir atenta al coche y la calzada? ¿El fabricante del vehículo? ¿El desarrollador del software autónomo? ¿Los titulares de la infraestructura? ¿La propia Herzberg, por cruzar fuera de un paso de peatones, de noche, sin apenas visibilidad? En el informe policial de 2018 se asegura que el accidente habría sido “totalmente evitable” si se hubiera prestado una mayor atención a la carretera. En cualquier caso y para evitar que el suceso empañase su marca, Uber decidió en tiempo récord compensar a los familiares de la víctima con una aportación económica que —aunque no llegó a airearse— se supone multimillonaria. Hace poco, en marzo, la Oficina del Fiscal del Condado de Yavapai (Arizona) concluía que “no hay base para la responsabilidad penal” de Uber, con lo que se despejaba su responsabilidad en lo ocurrido.

La pregunta del millón que suscitan casos como el de Arizona y que —con toda probabilidad— serán más frecuentes a medida que aumente el número de vehículos con niveles 3 y 4 de autonomía o se comercialicen los de categoría 5 es: ¿Sobre quién recae la responsabilidad legal de estos siniestros? La cuestión es acuciante.

[...]

La UE es muy consciente de los retos que asoman en el horizonte. En una resolución reciente —emitida el 15 de enero—, Bruselas incidía en la “necesidad” de “aclarar quién debe asumir la responsabilidad en caso de accidentes causados por vehículos completamente autónomos”: “Es necesario poder determinar de manera inequívoca quién es el culpable en cada caso particular”. “Debe comprobarse en particular si, habida cuenta de que hasta el momento únicamente una cantidad muy reducida de accidentes se debe a problemas técnicos, podría resultar adecuado un traspaso de la responsabilidad al productor”, aboga el Parlamento Europeo, que plantea que esa transferencia podría compensarse con una serie de exigencias al propietario y conductor. La resolución termina solicitando a la Comisión que realice una “evaluación exhaustiva” para adaptar el marco jurídico de la UE e introducir nuevas normas para atribuir responsabilidades.

[...]

La UE reconoce en la necesidad de “aclarar quién debe asumir la responsabilidad en caso de accidentes causados por vehículos completamente autónomos”: “Es necesario poder determinarlo de manera inequívoca”

En el caso de los coches autónomos la situación es algo más complejo. “¿De quién es responsabilidad un accidente que se produce con un vehículo en el que el ocupante va, por ejemplo, leyendo un periódico? Depende. A lo mejor del propietario, porque no ha actualizado el software; del fabricante, porque el vehículo tiene un defecto en su fabricación; del desarrollador del software, que no está bien programado...”, reflexiona Ángeles Miguel, experta jurídica del RACE, quien avanza en cualquier caso que “la responsabilidad del propietario no va quedar totalmente eximida”. “Si no realiza un buen mantenimiento, como marca el fabricante, si no cumple con las actualizaciones que fija la casa... El titular tiene muchas obligaciones y en caso de accidente habrá que ver que la responsabilidad no siempre será del fabricante o del desarrollador del software”.

Desde el despacho Navas & Cusí Abogados, Fernando Navas Cusí apunta otro escenario, aún más complejo: el derivado del machine learning, o aprendizaje automatizado. “En el momento en el que la máquina adquiere comportamientos inadecuados, que aprende de forma inadecuada lo que hace su conductor, si hay un accidente, ¿de quién es la culpa? ¿De quien le ha enseñado o de quien ha permitido que el sistema actúe de forma negligente? Yo esa pregunta no puedo responderla. Creo que

va a ser un tema muy controvertido y los jueces van a tener una gran parte, tendrán que decidir porque no todos los casos son iguales”, vaticina el letrado.

[...]

“Hay muchas cosas aún por definir, como por ejemplo cómo sería la circulación de estos vehículos. ¿Qué prima, la correcta circulación o la seguridad? Digamos que vas por la carretera y se cruza un animal, ¿Qué hace ese vehículo? ¿Cruza la carretera para salvar la seguridad del conductor o sigue adelante para no destrozar la seguridad general? Son cuestiones que aún ponen los pelos de punta a quienes tienen que decidir sobre el fondo del asunto”, valora Alejandro Sánchez, del despacho Letslaw. La cuestión no es baladí. Una de las claves del accidente de Arizona fue precisamente —como trascendió más tarde— que Uber habría programado el sistema para primar la fluidez de la conducción en aquellos casos en los que el coche es incapaz de interpretar los datos.

[...]

## Declarada culpable la operadora de seguridad del Uber autónomo que mató a un peatón en 2018

<https://www.motorpasion.com/seguridad/declarada-culpable-operadora-seguridad-uber-autonomo-que-mato-a-peaton-2018>

1 Agosto 2023

La primera muerte por un coche autónomo fue un suceso que reavivó el debate del progreso: la seguridad de hoy contra la de mañana. También puso en jaque a la Justicia por tratarse de algo completamente nuevo.

Cinco años después, el caso acaba de cerrarse con una sentencia firme: la “operadora de seguridad” que se encontraba detrás del volante es la única culpable.

El Tribunal Superior de Maricopa ha declarado culpable a Rafaela Vásquez de un delito de homicidio negligente y la ha condenado a tres años de libertad condicional supervisada, determinando que el cargo solo se designará como delito menor cuando complete con éxito la condena.

“El acusado en este asunto fue responsable de la operación de un vehículo en las calles de nuestra ciudad que terminó con la muerte de una mujer”, ha declarado la fiscal del condado de Maricopa, Rachel Mitchell. “Determinar una declaración apropiada en este caso implicó considerar una multitud de factores. Creemos que el juez ordenó una sentencia adecuada en función de los factores atenuantes y agravantes”.

“Ponerse al volante de un automóvil es una responsabilidad seria. Independientemente de la tecnología que esté disponible para los conductores, la seguridad de todos en la calle y en el vehículo siempre debe ser la primera prioridad del conductor”, añadió Mitchell.

[...]

## Robotaxis de Cruise pierden permiso de tránsito en San Francisco tras accidente con peatón

<https://es.wired.com/articulos/robotaxis-de-cruise-pierden-permiso-de-transito-en-san-francisco-tras-accidente-con-peaton>

25 de octubre de 2023

Autoridades de California dicen que los taxis autónomos de la compañía “no son seguros” y que Cruise “tergiversó” la información de seguridad sobre su tecnología de vehículos sin conductor.

California acaba de suspender el permiso para los vehículos sin conductor operados por Cruise, filial de General Motors, en la ciudad de San Francisco (EE UU), apenas dos meses después de que el estado autorizara que los robotaxis recogieran pasajeros de pago las 24 horas del día. La suspensión tiene su origen en un terrible incidente ocurrido el 2 de octubre, en el que un automóvil manejado por un humano golpeó a una transeúnte y la arrojó a la trayectoria de una unidad Cruise sin conductor que la atropelló, se detuvo y luego intentó hacerse a un lado, arrastrándola unos seis metros.

El Departamento de Vehículos Motorizados de California (DMV) declara en un comunicado que determinó que los automóviles de Cruise no son seguros para el uso público y que la empresa “tergiversó” la información de seguridad sobre su tecnología de vehículos autónomos. En un expediente sobre la suspensión, la agencia señala que Cruise proporcionó inicialmente imágenes que únicamente mostraban la colisión entre su unidad y la mujer, pero añade que la compañía no reveló datos sobre la posterior “maniobra de retirada” de su auto, que arrastró a la víctima tras el impacto inicial, y que el DMV no obtuvo las grabaciones completas hasta nueve días después del accidente.

[...]

Cruise facilitó detalles adicionales sobre la colisión del 2 de octubre en una entrada de su blog publicada ayer. Según la compañía, que tiene 40 cámaras y sensores instalados en cada uno de sus vehículos, su unidad viró y frenó rápidamente en un intento de evitar el impacto con la mujer, pero aún así chocó. Entonces se detuvo, pero, según Cruise, “intentó apartarse”, arrastrando a la mujer otros seis metros. La empresa explica que este tipo de maniobra evasiva se incorporó al software del automóvil para aumentar la seguridad, y que así lo exigen tanto los organismos reguladores de California como los federales de Estados Unidos.

Cruise indica que el vehículo volvió a detenerse. Los equipos de emergencia llegaron poco después, según la cadena de televisión, NBC Bay Area; en tanto, el Departamento de Bomberos de San Francisco aclaró que la víctima fue “sacada de la parte inferior del automóvil utilizando herramientas de rescate”. El departamento informó que fue trasladada al hospital con múltiples lesiones traumáticas. El conductor humano del auto que atropelló inicialmente a la mujer todavía no ha sido detenido.

La semana pasada, el principal organismo regulador de la seguridad vial en Estados Unidos, la Administración Nacional de Seguridad del Tráfico en las Carreteras (NHTSA), abrió una investigación sobre el sistema de conducción autónoma de Cruise, tomando como base al menos cuatro incidentes denunciados en los que los autos de dicha marca impactaron contra peatones y pasos de transeúntes o se aproximaron a ellos, incluido el accidente del 2 de octubre.

[...]

En agosto, el DMV solicitó a Cruise que redujera a la mitad el número de vehículos autónomos que operan en la ciudad, después de que sus robotaxis se vieran implicados en una serie de accidentes, incluido uno en el que un automóvil de la marca se estrelló contra un camión de bomberos que se había saltado un semáforo en rojo al acudir a una emergencia.

Incluso antes de que Cruise y su principal competidor, Waymo de Alphabet, recibieran el permiso del regulador estatal de taxis para realizar viajes de pago durante todo el día en San Francisco, ambas empresas fueron criticadas por residentes de la ciudad, personal de servicios de emergencia y defensores de los trabajadores debido a incidentes en los que la tecnología se congeló o entorpeció el tráfico de la ciudad.

[...]

### **Problema a valorar**

La experiencia acumulada parece que demuestra que:

- Cuantos más km se recorran con los vehículos autónomo, mayor aprendizaje se alcanza
- Los accidentes no se eliminarán con los vehículos autónomos
- Se producirán situaciones en el tráfico que el vehículo autónomo no tendrá contempladas
- No existen reglas éticas concretas para programar la toma de decisiones de los vehículos autónomos

En este marco, el Comité de Dirección de una empresa cuyo objetivo final es poner vehículos autónomos nivel 4 en la calle en un horizonte temporal medio, se plantea las siguientes disyuntivas:

- ¿Con qué premisas se debe programar la toma de decisiones del vehículo autónomo? (teniendo en cuenta escenarios complejos que se escapen de los casos previstos, considerando la seguridad, la fluidez del tráfico y la aceptación social, etc.)
- ¿Resulta absolutamente necesario / seguro hacer pruebas con los vehículos autónomos con tráfico abierto?
- ¿Qué medidas deben adoptarse para reducir riesgos, maximizando los beneficios tecnológicos y, en caso de accidente, sin dañar la imagen de la empresa?
- ¿Es razonable que sea el sistema el que tenga la responsabilidad en los vehículos autónomos nivel 4? Es pruebas, ¿debe recaer la responsabilidad en el operador?
- ¿Se puede considerar un supervisor remoto una medida eficaz de seguridad? ¿Puede este supervisor monitorizar más de un vehículo simultáneamente?