

La marcha se acelera: los vehículos del comercio internacional 4.0

Mariana Pernas
Agustina Calatayud
Jesica De Angelis

Sector de Integración y
Comercio
Instituto para la Integración de
América Latina y el Caribe

NOTA TÉCNICA N°
IDB-TN-1768

La marcha se acelera: los vehículos del comercio internacional 4.0

Mariana Pernas
Agustina Calatayud
Jesica De Angelis

Octubre 2019

Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo

Pernas, Mariana.

La marcha se acelera: los vehículos del comercio internacional 4.0 / Mariana Pernas,
Agustina Calatayud, Jesica De Angelis.

p. cm. — (Nota técnica del BID ; 1768)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Automated vehicles. 2. International trade-Technological innovations. 3. Business
logistics-Technological innovations. I. Calatayud, Agustina. II. De Angelis, Jesica. III.
Banco Interamericano de Desarrollo. Instituto para la Integración de América Latina y
el Caribe. IV. Título. V. Serie.

IDB-TN-1768

Códigos JEL: O14, O18, O31, O33

Palabras clave: Vehículo Autónomo, Empleo, Productividad, Competitividad, Comercio

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2019 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

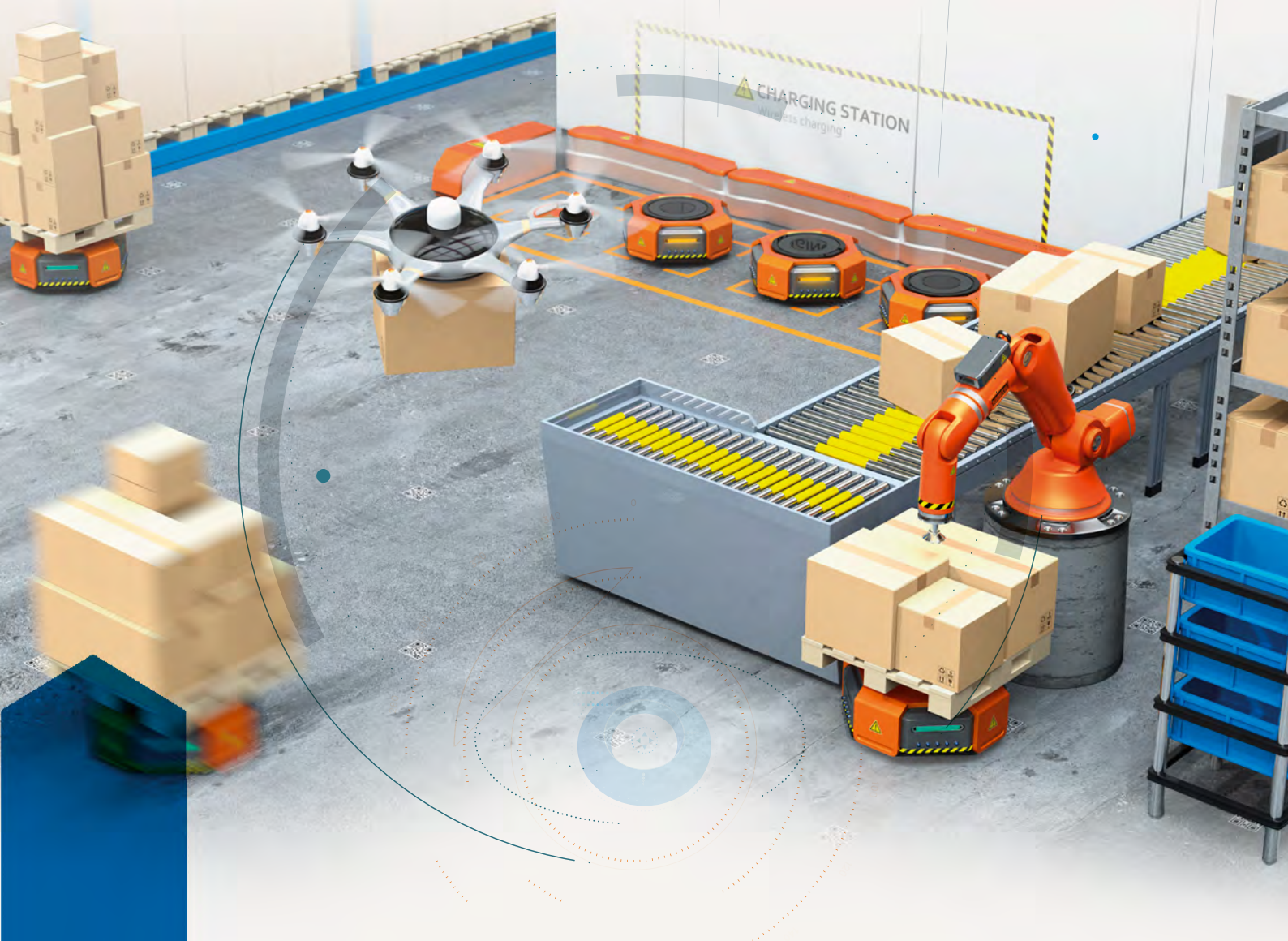
Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



LA MARCHA SE ACELERA

LOS VEHÍCULOS DEL COMERCIO INTERNACIONAL 4.0

Mariana Pernas, Agustina Calatayud y
Jesica De Angelis



LA MARCHA SE ACELERA.

Los vehículos del comercio internacional 4.0

Dirección editorial

Fabrizio Opertti y Pablo Marcelo García.

Autoras

Mariana Pernas,
Agustina Calatayud,
Jesica De Angelis

Colaboradores

Ana Inés Basco,
Laura Rombolá y
Tomás Serebrinsky.

Diseño

Andrea Pellegrino.

Copyright © 2019 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional. Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia. Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



C O N T E N I D O

TRANSPORTE AUTÓNOMO: ENTRE EL MITO Y LA OPORTUNIDAD	04-21
EL VEHÍCULO DE LA INTEGRACIÓN	22-26
LA AUTONOMÍA EN LA AGENDA LABORAL	27-32
LAS VÍAS DEL DESARROLLO. Trenes de carga.	33-34
AGUAS INTELIGENTES. Transporte marítimo.	35-37
Entrevista a Joseph Sifakis: “El desafío principal es garantizar la fiabilidad de los sistemas autónomos”	38-40
LA GRAN TRANSFORMACIÓN. Panorama sectorial automotriz.	41-45
EL SUELO DIGITAL. Sector minero.	46-48
Entrevista a Huei Peng: “Los vehículos automatizados se desplegarán gradualmente”	49-51
ESPACIOS A DEMANDA. Sector logística	48-53

La revolución 4.0 está generando impactos en la manera en que comercializamos, intercambiamos, trabajamos, nos transportamos, cuidamos nuestra salud y el medio ambiente, entre otros. Las características e implicancias de los vehículos autónomos, en sus diferentes modalidades, ocupan un lugar central en el análisis y los debates de esta nueva era de transformación productiva debido a sus posibles consecuencias en términos de productividad, competitividad, comercio y empleo.

¿Cuáles son los beneficios del transporte autónomo? ¿Qué riesgos existen en términos laborales? ¿Cuán cerca está la región de implementar este tipo de vehículos? ¿Cuáles son los posibles impactos en términos de comercio? ¿Cuáles son las principales tecnologías involucradas? ¿Puede esta modalidad contribuir a mejorar la eficiencia y productividad en el sector automotor? En esta revista, se abordan estos interrogantes y se analiza el sector de logística y minería, dos áreas donde estas nuevas formas de transporte ya están generando cambios trascendentales, como los que ya se están dando en el propio sector automotriz. Además, se ofrecen artículos analíticos y entrevistas a expertos en la materia, con el propósito de aportar a esta discusión de una manera constructiva y útil para generar políticas públicas que contribuyan al desarrollo y la mejora de vidas de América Latina y el Caribe.

TRANSPORTE AUTÓNOMO: ENTRE EL MITO Y LA OPORTUNIDAD

Los avances en el desarrollo de tecnologías como Inteligencia Artificial (IA), Internet de las Cosas y Computación en la Nube prometen generar transformaciones sin precedentes en el sector transporte.

Agustina Calatayud

Entre estos cambios, tal vez el más significativo sea el transporte autónomo, en cuanto altera un paradigma clave del sector: que los vehículos deben ser conducidos por seres humanos. En efecto, desde la invención de la rueda, pasando por el caballo, los carros y carruajes, y llegando al automóvil, el ser humano siempre ha estado al mando. En cambio, los vehículos autónomos (VA) que están siendo desarrollados y testeados en una gran variedad de formas y latitudes utilizan un complejo conjunto de tecnologías para determinar el trazado y guiar la conducción sin necesidad de intervención humana, con importantes consecuencias para la movilidad y el transporte de mercancías.

Con particular atención al transporte de mercancías, los VA prometen reducir los costos de operación, incrementar la eficiencia y, eventualmente, disminuir los precios de los servicios de transporte. Teniendo en cuenta que estos costos afectan negativamente al comercio internacional de América Latina y el Caribe ⁽¹⁾, una reducción de los mismos podría incrementar el acceso a mercados y, con ello, las oportunidades de crecimiento económico para nuestros países. Sin embargo, actualmente existen importantes interrogantes acerca del despliegue masivo de la tecnología y los riesgos que de ésta podrían derivarse. La pregunta entonces es: ¿llegaremos en verdad a ver a camiones, buques y drones autónomos transportando nuestras mercancías? En las siguientes páginas abordaremos este interrogante.



¹ / Los costos logísticos representan entre el 16% y el 26% del PIB de la región, frente al 9% de los países de la OCDE (CAF, 2017, Perfil Logístico de América Latina, disponible en: http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1022/CAF_PERLOG%20LATAM.pdf?sequence=3&isAllowed=y).

¿Qué es el transporte autónomo?







Ante todo, el transporte autónomo se refiere a modos de transporte que no requieren la intervención humana. Mientras que los VA han ganado gran espacio en el imaginario colectivo, el transporte autónomo también involucra otras innovaciones, como los vehículos aéreos no tripulados (drones), los buques autónomos y los robots para distribución urbana de mercancías. En esta nota, presentaremos someramente todas estas nuevas soluciones.



Pero comencemos por las “estrellas” de la revolución del transporte: los VA. La Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE, por sus siglas en inglés) ha elaborado una definición sobre los niveles de automatización vehicular, que es internacionalmente aceptada en el sector y que aplica tanto a vehículos de pasajeros como a los que transportan mercancías. La automatización parte desde el nivel 0, donde la operación del vehículo requiere de la activa intervención humana, hasta el nivel 5, en el cual el vehículo es completamente autónomo. En general, al hablar de vehículo autónomo, nos referimos a los niveles 4 y 5 de automatización.

La siguiente figura ilustra los diferentes niveles establecidos por la SAE:

Figura 1.
Niveles de automatización vehicular

					
NIVEL 0	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5
SIN AUTOMATIZACIÓN	CONDUCCIÓN ASISTIDA	AUTOMATIZACIÓN PARCIAL	AUTOMATIZACIÓN CONDICIONAL	ALTA AUTOMATIZACIÓN	AUTOMATIZACIÓN TOTAL
El conductor controla: • todas las funciones • todos los tiempos • todas las posiciones	El conductor controla: • todas las funciones • todos los tiempos • todas las posiciones	El conductor controla: • todos los tiempos • todas las posiciones	El conductor debe estar preparado para tomar el control	Seguridad del conductor opcional	
	• El vehículo asiste	• El vehículo controla múltiples funciones	El vehículo controla todas las funciones	El vehículo controla: • todas las funciones • ciertos tiempos o posiciones	El vehículo controla: • todas las funciones • todos los tiempos • todas las posiciones

Fuente: SAE (2018).

Si bien ya existe una incipiente automatización en los niveles 1 y 2 (por ejemplo, AdaptiveCruise Control en el nivel 1), la intervención del conductor es necesaria en todo momento de la operación del vehículo. En el nivel 3, el vehículo controla las funciones de conducción, pero requiere de un conductor para que pueda tomar control inmediato en caso de que sea necesario. Este es el nivel de autonomía que se ha alcanzado hasta el momento (está disponible en el modelo S de Tesla y el Mercedes Clase S). En el nivel 4, en tanto, los vehículos operan autónomamente en situaciones específicas, por ejemplo en ciertas áreas geográficas y bajo condiciones climáticas determinadas. En el nivel 5, por último, los vehículos operan autónomamente en todas las condiciones y lugares.

Para que la conducción autónoma sea posible, los vehículos deben estar equipados con una serie de tecnologías, que incluyen:

- **Cámaras de video** para la obtención de imágenes sobre el ambiente en el que se encuentra circulando el vehículo. El análisis de estas imágenes en tiempo real permite al vehículo identificar objetos, personas y otros vehículos, determinar las condiciones de las calles y del tráfico y “leer” las señales de tránsito, entre otros.
- **Tecnología láser LIDAR** para elaborar un mapa dinámico 3D del ambiente en el que se encuentra el vehículo a medida que se desplaza.
- **Tecnología RADAR**, utilizando ondas de radio para la detección de objetos a mayor distancia que los detectados por LIDAR.
- **GPS** para determinar la ubicación del vehículo, sobre la base de lo cual identificar rutas de navegación y las normas de tránsito relacionadas con las mismas.
- **Sensores ultrasónicos** para detectar objetos a corta distancia y asistir al vehículo en la conducción y en maniobras como las de reversa y estacionamiento.
- **Procesadores a bordo** del vehículo para analizar en tiempo real toda la información recolectada por las otras tecnologías y, con esta información, “conducir” de manera segura.

Figura 2.
Tecnologías utilizadas en vehículos autónomos



Fuente: ARUP (2017).



¿Para qué utilizaremos los VA? Probablemente, el lector esté pensando que, al igual que hoy cambia su vehículo por otro más moderno, en el futuro lo hará por uno autónomo. Ciertamente, es posible que una parte de los vehículos autónomos continúe siendo de propiedad individual. Sin embargo, lo más revolucionario que podríamos esperar del transporte del futuro sería la convergencia con otras tendencias y tecnologías, a saber: incremento de movilidad autónoma compartida, frente a una disminución de la compra individual de vehículos, y transporte autónomo de mercancías.

En general, y de acuerdo con investigaciones y tests recientes (2), los cuatro casos de uso más probables del VA serán:

- **Servicios de transporte privado**, mediante flotas de vehículos que proveerán servicios *on-demand* (al estilo de las aplicaciones hoy disponibles en varios países de la región). Se estima que, sin conductor y con una mayor eficiencia en la conducción, la utilización de VAs permitirá reducir el costo del viaje para el operador de la flota, incrementar sus márgenes de ganancia y capturar un mayor *share* del mercado de movilidad. Principalmente por estas razones, empresas como Uber y Lyft han invertido en el desarrollo de esta tecnología. Se espera que, una vez disponibles, estos servicios operarán en áreas de gran densidad poblacional a fin de asegurar un gran número de viajes lo cual tenderá a hacer rentable el servicio.

- **Servicios de transporte público**, tanto en microbuses para rutas cortas y con menor demanda, como en transporte masivo (por ejemplo, metrobusés o BRT, por su sigla en inglés). En el primer caso, se espera que los VA permitan incrementar la movilidad de poblaciones aisladas o de menor densidad, mediante servicios más sostenibles económicamente (al no necesitar conducción humana). En el segundo caso se espera que, además de la reducción de costos de operación, la condición de segregación de vía en la que circulan los BRT (carriles exclusivos y, por tanto, situaciones más estandarizadas y menos complejas de la conducción) los haga más aptos para una introducción temprana de la tecnología.

- **Vehículos de propiedad individual**, que el usuario podrá configurar a su gusto (por ejemplo, como área de trabajo, de entretenimiento, de ejercicio), a fin de maximizar el tiempo que transcurrirá en el vehículo.

- **Transporte de mercancías**, tanto para larga distancia como para la distribución urbana y de última milla, a fin de reducir el costo de mano de obra -normalmente, es el mayor costo en la operación de un vehículo- e incrementar la utilización de las unidades, a partir de ampliar sus horarios de operación, los cuales ya no dependerán de tener conductores a bordo. Dado el especial foco de esta nota en el transporte de mercancías, en la siguiente sección trataremos este tema en detalle.

2 / MTC (2018), "Autonomous Vehicles Perspective Paper", disponible en: <https://mtc.ca.gov/our-work/plans-projects/horizon/perspective-papers>

Tendencias internacionales en transporte autónomo y comercio

La innovación en este segmento ha venido creciendo en los últimos cinco años. Como evidencia de ello, tan sólo en 2017 las inversiones en el desarrollo de tecnología para camiones autónomos ascendieron a US\$1.000 millones, diez veces más que las inversiones de 2016 (3). Los principales avances se han concentrado en torno a cinco tecnologías relacionadas con el transporte de mercancías:

• Platooning

Se refiere a la tecnología que utiliza conexión Wireless y Adaptive Cruise Control para formar un pelotón de camiones que van adaptando su velocidad y distancia de manera dinámica, a fin de replicar los cambios en la marcha y dirección realizados por el vehículo que lidera el grupo. La mayoría de las grandes empresas del sector, como Volvo, DAF, Daimler, Scania e Iveco, están probando la tecnología a lo largo de corredores geo-perimetrados en Estados Unidos, Europa y Singapur, principalmente (4). Uno de los tests de mayor alcance se realizó en Europa en abril de 2016, cuando convoyes de camiones llegaron al puerto de Rotterdam desde diferentes países, luego de haber cruzado fronteras y transitado zonas de alta congestión (5). Los datos recabados por diferentes tests muestran que, por la mayor coordinación y eficiencia en la conducción de los camiones, esta tecnología podría generar ahorros de combustible entre el 10% y el 30% anuales (6). Estos ahorros son significativos, ya que los costos de combustible representan hasta el 40% de los costos operativos de las empresas de transporte de la región (7).

Figura 3.
Platooning



Fuente: Peloton (2016).

3 / The New York Times (2017), "Self-driving cars may be closer than they appear", disponible en: <https://www.nytimes.com/2017/11/13/business/self-driving-trucks.html>

4 / Ver, por ejemplo, Reuters (2018), "Volvo, FedEx test truck platooning on public U.S. road", disponible en: <https://www.reuters.com/article/us-volvo-fedex-test-trucks/volvo-fedex-test-truck-platooning-on-public-u-s-road-idUSKBN1JN2JI>.

5 / The Guardian (2016), "Convoy of self-driving trucks completes first European cross-border trip", disponible en: <https://www.theguardian.com/technology/2016/apr/07/convoy-self-driving-trucks-completes-first-european-cross-border-trip>.

6 / UK Government Office for Science (2019), "A time of unprecedented change in the transport system", disponible en: <https://www.gov.uk/government/news/uk-at-forefront-of-transport-innovation>.

7 / BID (2017), "El transporte automotor de carga en América Latina", disponible en: <https://publications.iadb.org/en/publication/13969/el-transporte-automotor-de-carga-en-america-latina-soporte-logistico-de-la>.

• Camiones autónomos

La tecnología no difiere mucho de la utilizada por el segmento de coches autónomos, detallada en la sección anterior. El interés por parte de la industria automotriz y de las empresas de tecnología se ha venido incrementando y, con ello, las pruebas con esta modalidad tanto en zonas geo-perimetradas como abiertas. Por ejemplo, en febrero de 2018 la empresa Embark completó el primer piloto costa a costa en Estados Unidos, uniendo a la ciudad de Los Ángeles, California, con Jacksonville, Florida, en un recorrido de 2.400 millas por carretera. En noviembre de 2018, Volvo anunció que sus camiones autónomos comenzarían a operar en una cantera en Noruega, transportando materiales entre la mina y el puerto adyacente (8). Asimismo, la compañía lanzó un nuevo diseño de camiones que, al no necesitar cabina para el conductor, permite incrementar la capacidad de transporte del vehículo (Figura 4).

Según la Academia Nacional de Ciencias, Ingeniería y Medicina de Estados Unidos (9), los beneficios de los camiones autónomos, a partir del nivel 3 de automatización, pueden ser enormes, incluyendo los siguientes: (i) reducción de tareas repetitivas y de menor valor agregado, liberando así tiempo de los conductores para tareas de control, gestión de carga, etc., e incrementando el interés por la profesión (actualmente, en preocupante descenso en los países avanzados); (ii) disminución del costo de mano de obra, el cual representa alrededor del 60% de los costos de operación en el transporte por carretera (10); (iii) reducción del ‘factor humano’ (fatiga, errores, etc.), que suele ser el mayor causante de los accidentes de tránsito; (iv) aumento del horario de operación del vehículos, por no estar sujeto a los turnos de los conductores; (v) cuando se combina con V2V (comunicación vehículo a vehículo) y V2I (comunicación vehículo a infraestructura), se obtiene un incremento de la eficiencia en el ruteo por parte de la empresa de transporte y de gestión del tráfico por parte del operador de la infraestructura; y (vi) mejora de la capacidad de la infraestructura, reducción de la congestión y mayor cumplimiento de órdenes, a partir de una conducción coordinada y segura entre vehículos, lo que permite disminuir la distancia requerida entre los mismos.

Figura 4.

Vera: el camión autónomo y eléctrico de Volvo



Fuente: Volvo Trucks.

8 / TVolvo (2018), "Volvo Trucks provides autonomous transport solution to Brønnøykalk AS", disponible en: <https://www.volvotrucks.com/en-en/news/press-releases/2018/nov/pressrelease-181120.html>

9 / Academia Nacional de Ciencias, Ingeniería y Medicina de Estados Unidos (2018), *Renewing the National Commitment to the Interstate Highway System: A Foundation for the Future*, Washington, DC: The National Academies Press.

10 / BID (2017), *Op. cit.*

• Buques autónomos

En los últimos años, se han anunciado diferentes proyectos de desarrollo tecnológico para dotar a los buques de autonomía. En general, los proyectos de investigación incluyen la utilización de sensores e IA para el monitoreo de las operaciones del buque, la identificación de las características del ambiente y la comunicación con el entorno (puertos y otros buques), y la toma de decisiones en cuanto a dirección, velocidad y consumo de energía. El primer buque de este tipo será el Yara Birkeland, desarrollado en conjunto por las empresas Yara y Kongsberg, que estará disponible a partir de 2020 (ver aparte artículo “Aguas inteligentes”).

• Trenes autónomos

En los metros y trenes, la utilización de la tecnología autónoma se encuentra más avanzada que en otros medios de transporte. Existe una gran variedad de ejemplos a nivel mundial en este sentido, incluyendo casos en la región como la línea 4 del metro de San Pablo y la línea 6 del de Santiago. El ambiente controlado bajo el cual operan metros y trenes -sin interacción con otros modos y con vía exclusiva- facilitan la implementación de la tecnología, dado que el número de situaciones a gestionar de manera autónoma es muy reducido si se compara con la multiplicidad de casos que se presentan a los coches que circulan por las calles y que interactúan con peatones, ciclistas y otros vehículos. Entre los beneficios de la automatización en metros y trenes se encuentra la reducción de los costos de operación, a partir de mejores costos de mano de obra y mayor eficiencia en la conducción, así como un incremento de entre 4% y 6% del espacio para pasajeros y carga (11).

• Drones

Al igual que en el segmento de coches autónomos, la tecnología de vehículos aéreos no tripulados -comúnmente llamados “drones”- ha recibido gran atención por parte de las industrias de tecnología y logística, habiendo sido testeados en un amplio rango de operaciones como, por ejemplo, la entrega de productos livianos adquiridos a través del comercio electrónico, el transporte de medicinas a zonas remotas y el envío de equipo médico de emergencia hacia áreas con baja conectividad o congestionadas (Recuadros 1 y 2). Otros usos incluyen el apoyo a tareas de vigilancia durante el transporte de mercancías, de gestión de inventario en almacenes y de obtención de imágenes para la planificación del transporte.

• Distribución urbana mediante mini-robots

Mientras que la utilización de drones en zonas urbanas se estima poco factible en el futuro, debido a los riesgos que podría presentar para los transeúntes y a la baja disponibilidad de zonas de aterrizaje y despegue, los mini-robots han surgido como una opción para asegurar entregas de última milla más rápidas y menos sensibles al congestionamiento urbano. Los testeos disponibles han empleado robots que pueden transportar hasta 10 kg. y que utilizan aceras y carriles segregados (por ejemplo, las ciclovías) para su desplazamiento (12). Al llegar a destino, los consumidores reciben una notificación con un código para poder abrir el contenedor del robot y recoger su pedido. Algunas compañías han sugerido comenzar a utilizar estos robots como espacios temporales para el almacenamiento de pedidos, a fin de reducir el costo de las entregas fallidas. Debido a su tamaño pequeño, a la baja velocidad con la que operan y, en consecuencia, al menor desafío que presentan para la seguridad vial, es bastante probable que lleguemos a ver estos robots circulando por nuestras calles mucho antes que los VA para pasajeros.

11 / UK Government Office for Science (2019), *Op. cit*

12 / WSJ (2018), “Why Your Ice Cream Will Ride in a Self-Driving Car Before You Do”, disponible en: <https://www.wsj.com/articles/why-your-ice-cream->

La logística levanta vuelo



La empresa de transporte y logística UPS ha testeado el uso de drones para realizar entregas en zonas rurales donde la conectividad física resulta difícil. Para ello, ha diseñado una furgoneta que contiene en su parte superior una plataforma de lanzamiento para un dron. El paquete a entregar es colocado por el conductor de la furgoneta dentro del contenedor especial anexo al dron. Mientras el dron realiza la entrega del paquete, el conductor puede realizar otra entrega. Luego, el dispositivo aéreo y la furgoneta se encuentran en una dirección previamente establecida, donde el conductor carga un nuevo paquete para ser entregado por el dron. UPS estima que esta solución permitiría mejorar las operaciones de distribución de última milla y disminuir los gastos de combustible: si cada conductor redujera una milla en su recorrido diario, se ahorrarían hasta US\$ 50 millones por año (13).



DHL, otro operador logístico de relieve mundial, también está invirtiendo en el desarrollo de tecnología para la entrega de productos vía vehículos aéreos no tripulados (UAV, por sus iniciales en inglés). En 2016, la compañía realizó numerosas pruebas para la entrega de paquetes en zonas montañosas de Alemania, alejadas de los centros urbanos y con difícil acceso vial. Mientras que en transporte terrestre usualmente se emplean 30 minutos para llegar a tales zonas, los drones necesitan tan sólo ocho minutos (14).

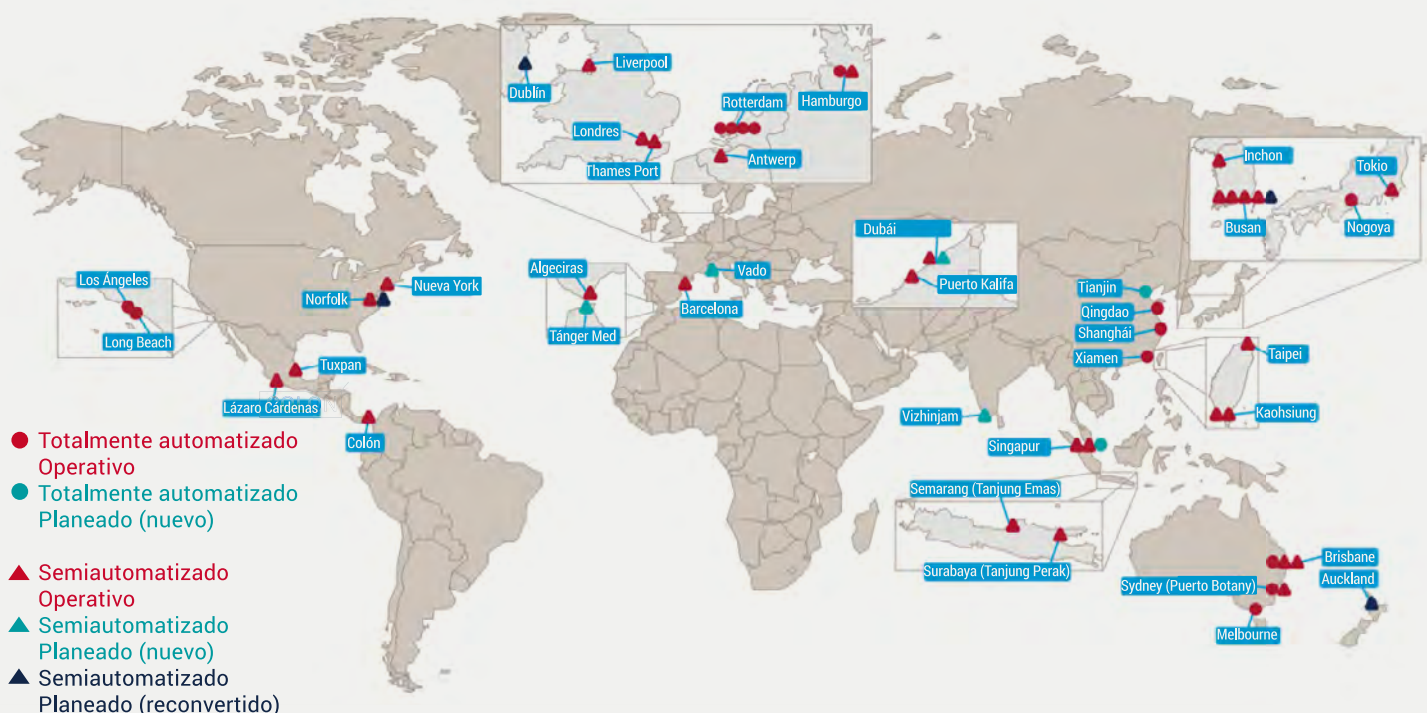
13 / CNN (2017), "UPS Drivers May Tag Team Deliveries with Drones", disponible en: <http://money.cnn.com/2017/02/21/technology/ups-drone-delivery/?mod=djemlogistics>.

14 / Wired (2016), "DHL's delivery drone can make drops quicker than a car", disponible en: <http://www.wired.co.uk/article/dhl-drone-delivery-germany>.

• Infraestructuras logísticas automatizadas

La tecnología de automatización también comienza a estar presente en la operación de las infraestructuras logísticas. En el caso de los almacenes, la adopción de robots e IA para movimiento y gestión de inventario (*picking order fulfillment*) ha sido muy rápida, visto el avance del desarrollo tecnológico para el sector, los menores costos de adquisición de tecnología frente a otros segmentos, el claro retorno de la inversión -ahorros significativos en mano de obra, procesos más rápidos y con menor nivel de error, operaciones 24x7 y sin interrupción, mayor densidad de almacenamiento y menores gastos en servicios públicos- y la capacidad de satisfacer picos de demanda, ante un volumen de negocio creciente liderado por el avance del comercio electrónico. Uno de los ejemplos más emblemáticos en este sentido es el almacén de Amazon ubicado en Baltimore, Estados Unidos. En sus 93.000 m², diferentes tipos de robots y maquinaria automatizada preparan 1 millón de órdenes por día. En el caso de las terminales portuarias, la automatización de grúas y equipos para el movimiento de contenedores también promete generar mejoras significativas en la productividad, mediante operaciones estandarizadas y consistentes que funcionan las 24 horas del día y siete días a la semana. Esto es un factor importante si se considera que el tamaño de los buques seguirá aumentando, lo cual crea importantes desafíos operativos en maniobras de carga y descarga en muelle, así como también en la gestión del patio de contenedores. Ahora bien, la cuantiosa inversión requerida, junto con las preocupaciones por el futuro de la fuerza laboral del puerto, han llevado a niveles bajos de adopción. Así, actualmente a nivel mundial sólo un 2% de las terminales están semi-automatizadas y apenas el 1% están completamente automatizadas.

Figura 7.
Terminales de contenedores automatizadas (actual y perspectivas)



Fuente: iContainers (2018), disponible en <https://www.icontainers.com/us/2018/10/09/the-future-of-automation-at-terminals-and-ports/>.

Solución Vital

En el marco de un proyecto de BID Lab para mejorar la cobertura de salud en zonas rurales de República Dominicana, se realizaron las pruebas de una red segura de transporte de insumos de salud por medio de drones, conectando a ocho Centros de Atención de Primer Nivel con dos hospitales en la Provincia de San Juan. Con este propósito, se colocaron plataformas de despegue y aterrizaje de drones cerca de los hospitales y centros de atención. Se utilizó también una aplicación móvil e informática en la nube para aprobar las rutas de vuelo antes del despegue, ejecutar el itinerario de los drones y supervisar la operación en tiempo real. Para el transporte de los insumos, se utilizó un contenedor cerrado y apto para proteger la calidad de los mismos. Este fue el primer proyecto en América Latina y el Caribe que utilizó a los drones como medio de transporte para insumos de salud. Se espera que el empleo de estos dispositivos aéreos permita incrementar hasta en un 50% el diagnóstico de enfermedades infecciosas, así como reducir tiempos, costos y riesgos en el traslado de insumos médicos entre zonas remotas y los hospitales de la provincia, mejorando la calidad de vida de los más de 200.000 habitantes de dichas zonas.

¿Qué tan cerca estamos de la autonomía?

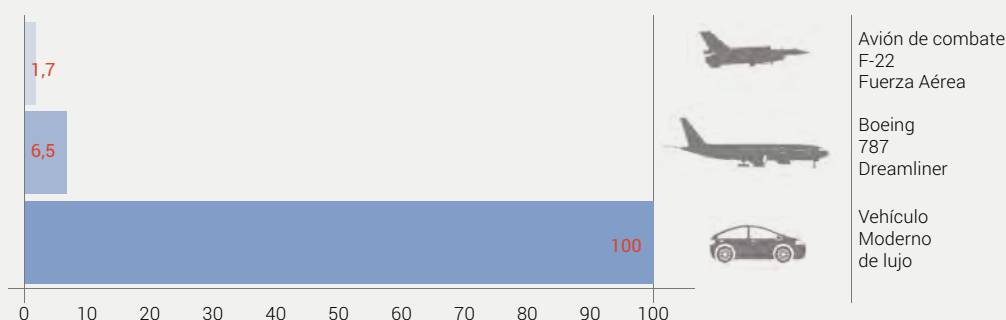
En los últimos años, los desarrollos relacionados con los VA se han multiplicado a nivel mundial. Hacia noviembre de 2018 existían 56 empresas realizando pruebas de diferente alcance y complejidad ⁽¹⁵⁾. Es interesante notar que los pioneros en el desarrollo y testeo de la tecnología fueron las empresas de movilidad compartida, con Uber a la cabeza, y las empresas de tecnología, como Google. De hecho, Waymo -el spin off de Google orientado a la conducción autónoma-, anunció que comenzará a fabricar este tipo de vehículos a finales de este año ⁽¹⁶⁾. Las compañías líderes del sector automotriz, por su parte, crearon departamentos internos de investigación y/o adquirieron start-ups y tecnologías especializadas en este segmento (ver aparte nota “La gran transformación”). Frente a estos avances, cabe preguntarse cuándo veremos a los VA -tanto para el transporte de personas como de mercancías- circulando por carreteras y ciudades. La respuesta a esta pregunta no es sencilla.

15 / Shaheen, S., Totte, H. y Stocker, A. (2018), “Future of Mobility White Paper”, disponible en: <https://escholarship.org/uc/item/68g2h1qv>

16 / MIT Technology Review (2019), “Waymo plans to open the world’s first self-driving-car factory this year”, disponible en: https://www.technologyreview.com/the-download/612819/waymo-plans-to-open-the-worlds-first-self-driving-car-factory-this-year/?utm_campaign=site_visitor.unpaid.engagement&utm_source=email&utm_medium=add_this&utm_content=2019-01-23

Las empresas líderes del sector han señalado que comenzarán a comercializar vehículos autónomos en el año 2021. Sin embargo, a medida que nos acercamos a esta fecha, evidenciamos que existe aún un gran camino por recorrer en el desarrollo pleno de la tecnología (17). En efecto, el desafío para los desarrolladores es enorme, debido a que la interacción vial puede presentar innumerables situaciones diferentes a las cuales un vehículo debe responder en su operación autónoma. Como ejemplo de ello, la Figura 8 muestra las líneas de programación necesarias para operar un vehículo autónomo frente a otros aparatos altamente avanzados, como los aviones F22 de la Fuerza Aérea de Estados Unidos y el Dreamliner 787 de Boeing. Mientras que un VA necesita 100 millones de líneas de programación, el F22 requiere 1,7 millón. A diferencia de las aeronaves, los VA deben operar en situaciones de tráfico muy complejas, especialmente porque los peatones y los conductores humanos no siempre se comportan según lo establecido en los algoritmos que guían la conducción autónoma. Sumado a ello, los accidentes que involucraron a vehículos de Tesla y Uber en 2018 han llevado a una mayor cautela en la industria en cuanto a las perspectivas futuras (18).

Figura 8.
Comparación de requerimientos de software



Fuente: Gao (2016).

Existe también gran incertidumbre respecto a la rapidez del despliegue de la tecnología -esto es, su penetración en el mercado- una vez que los VA se encuentren disponibles para su comercialización. Sobre la base de diferentes expectativas de reacción de los consumidores y de la industria, evolución del costo de las unidades, reacción de los reguladores y necesidades de inversión en infraestructura, los expertos han realizado proyecciones que se extienden desde el 95% de penetración para 2030 en mercados avanzados como Estados Unidos (19), al 0% para el mismo período (20). En efecto, en línea con lo observado en el último año, varios expertos consideran que la complejidad técnica puede hacer que los primeros vehículos salgan a la venta recién hacia 2030 (21).

17 / WSJ (2019), "Driverless Cars Tap the Brakes After Years of Hype", disponible en: <https://www.wsj.com/articles/driverless-cars-tap-the-brakes-after-years-of-hype-11547737205>.

18 / WSJ (2018), "Driverless Hype Collides with Merciless Reality", disponible en: <https://www.wsj.com/articles/driverless-hype-collides-with-merciless-reality-1536831005>.

19 / Arbib, J. y Seba, T. (2017), *Rethinking Transportation 2020-2030*, RethinkX.

20 / Shaheen et al. (2018), *Op. cit.*

21 / Litman, T. (2018), "Autonomous Vehicle Implementation Predictions", disponible en: <https://www.vtpi.org/avip.pdf>

Con especial referencia a la automatización del transporte de mercancías en América Latina, nuestros análisis muestran el siguiente marco temporal de adopción de la tecnología:

- **Entre 2020 y 2030**, es probable que veamos los primeros pilotos con VA en espacios controlados, así como también el despliegue de *platooning* en ciertos corredores de la región. Por su parte, podemos esperar un gran avance en la adopción de vehículos con niveles 2 y 3 de automatización, con el consiguiente beneficio en materia de reducción de colisiones, debido a la integración de la tecnología de alertas y frenado automático. También se espera una mayor participación de tecnología autónoma en la entrega de paquetes en zonas controladas -por ejemplo, barrios cerrados- vía robots y en zonas remotas a través de drones.

- **Entre 2030 y 2040**, probablemente el *platooning* se encuentre extendido para el transporte de larga distancia, especialmente en las autopistas. Veremos un mayor despliegue de vehículos autónomos en espacios controlados, tales como puertos, almacenes y zonas logísticas. Asimismo, la automatización de la gestión de almacenes crecerá exponencialmente y la tecnología de drones se encontrará plenamente integrada a la distribución de mercancías en zonas de nicho.

- **Hacia 2050**, se espera la adopción de vehículos autónomos a gran escala, incluyendo ahora espacios abiertos y de tráfico complejo, como son las zonas urbanas. Existirán nodos logísticos completamente automatizados (por ejemplo, en cuanto a la operación de máquinas elevadoras, equipos para la gestión de órdenes y de inventario, muelles de carga y descarga, y grúas y equipos en terminales portuarias), y veremos llegar a nuestros puertos a los primeros buques completamente autónomos.

En lo que respecta a la última milla, cabe destacar que la tendencia en materia de automatización aún no es del todo clara. Si bien en la actualidad existen varios pilotos con robots que hacen pequeñas entregas, los resultados no han sido tan satisfactorios como inicialmente se esperaba. Los robots pueden entorpecer la circulación de peatones y personas con discapacidad por las aceras, lo cual ha llevado a que ciudades como San Francisco emitan resoluciones que limitan el alcance de la tecnología, determinando el número máximo de robots de una compañía que pueden circular al mismo tiempo en la ciudad y requiriendo que se encuentren acompañados por un humano en todo momento. En donde sí hay mayor acuerdo y ejemplos de éxito es en la utilización de drones para el transporte de productos livianos a zonas remotas y en ocasiones de emergencia, incluyendo la distribución de medicamentos, pruebas de laboratorio y dispositivos médicos (22).

22 / Véase, por ejemplo, Haidari, L., et al. (2016), "The Economic and Operational Value of Using Drones to Transport Vaccines", *Vaccine* 34: 4062-7.

Los desafíos y los beneficios

Algunos beneficios son suficientemente claros:

- Disminución del costo en la operación de transporte de pasajeros y de mercancías, por reducción del costo de mano de obra y de la utilización de combustible a través de una mayor eficiencia en la conducción.

- Al eliminar el factor humano, causa del 90% de los accidentes de tránsito, se espera que la seguridad vial se incremente radicalmente.

- Reducción de las emisiones contaminantes, producto de una mayor eficiencia en la conducción. Si el transporte autónomo va unido de la utilización de fuentes de energía más limpias, como la electricidad, se espera una significativa disminución de emisiones.

- Al incrementar la eficiencia en la conducción, también se espera un cierto aumento de la capacidad vial (los vehículos pueden circular más cerca entre ellos, liberando espacio).

- A partir de la conexión V2I y de la generación de Big Data por parte de los vehículos autónomos y de la infraestructura inteligente (dotada con Internet de las Cosas e IA), se prevé una mejor capacidad para gestionar el tráfico y reducir la congestión, incluyendo la utilización de sistemas dinámicos de pago por el uso de la infraestructura (ajustando el precio de los peajes según el grado de congestión de la misma).

- Con especial atención al transporte de mercancías, se espera que los datos generados por los vehículos autónomos y compartidos a través de conexiones V2V y V2I sean utilizados para optimizar rutas según las condiciones climáticas y de tráfico presentes (mejorando la fiabilidad de los servicios y las entregas a tiempo); incrementar la visibilidad a lo largo de las cadenas de suministro para mejorar la coordinación y eficiencia de los procesos logísticos; anticipar y evitar colisiones; mejorar la coordinación en la conducción y lograr un tráfico más fluido (reduciendo el consumo energético y, por tanto, los costos de transporte); y para mejorar la gestión de las infraestructuras (vías, puertos, aeropuertos, pasos de frontera) según las condiciones de demanda (reduciendo tiempos y costos de transporte).

- En el transporte por carretera, mayores niveles de automatización permitirán la reducir la ejecución manual de tareas repetitivas y de menor valor agregado, liberando así tiempo de los conductores para tareas de control, gestión de carga, etc., e incrementando el interés por la profesión. Adicionalmente, se espera que se aumente la utilización de la unidad, al poder circular durante más tiempo sin estar sujeta a horarios laborales.



- Para zonas remotas y afectadas por eventos climáticos u otras disrupciones, incremento de la conectividad (y, por tanto, a bienes y servicios) mediante la utilización de drones.

- Para zonas urbanas, mejora en la logística de comercio electrónico y de última-milla, a partir de la utilización de mini-robots.

- Para las infraestructuras logísticas, mejora de la productividad a través de la automatización de sus procesos.

- En general, en relación con el transporte de mercancías, se espera que -en condiciones donde la competencia se encuentre asegurada o sus fallos estén mitigados de manera efectiva por la política pública- los ahorros y eficiencias en materia de costo de transporte y de operación de los servicios logísticos sean trasladados al precio, generando una disminución de los costos logísticos en la región.

A pesar de estos beneficios, el transporte autónomo también presenta una serie de desafíos e interrogantes, tales como:

- Riesgos de accidentes por fallas en los sistemas del vehículo y durante la fase de transición, cuando todavía habrá una gran cantidad de vehículos conducidos manualmente.

- Riesgos de ciberataques y para la privacidad de los usuarios (en el tratamiento y propiedad de los datos generados por los vehículos autónomos).

- Riesgos para peatones y para la seguridad vial, derivados de la utilización de micro-robots en aceras y vías para la distribución de mercancías en zonas urbanas.

- Incremento del desempleo por la automatización de procesos.

- Dado que, en el caso del transporte de pasajeros el valor del tiempo en viaje se reduciría (porque las personas podrán realizar otras tareas en el vehículo, como trabajar o mirar televisión), esto podría llevar a extensiones aún mayores de los espacios urbanos, con un consecuente incremento de los kilómetros recorridos por unidad si los vehículos no son utilizados de manera compartida. A su vez, esto repercutiría en la necesidad de reubicar las zonas logísticas, que actualmente están localizadas en zonas que serían urbanizadas (con las consecuencias en materia de costo y tiempo de transporte).

- Teniendo en cuenta la tasa de crecimiento de la población urbana (para 2050 se espera que alrededor del 85% de la población de América Latina resida en ciudades ⁽²³⁾) y la reducción del valor del tiempo en viaje, si los vehículos no son utilizados de manera compartida, la congestión podría incrementarse. Esto también repercutiría de manera negativa en el costo y fiabilidad del transporte de mercancías.

23 / Naciones Unidas (2017), "América Latina y Caribe: estimaciones y proyecciones de población 1950-2050".

- Unido a los puntos anteriores, si los vehículos continúan utilizando combustión interna, la contaminación producida por el transporte seguirá creciendo, convirtiéndose en un obstáculo insoslayable para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible (en efecto, a nivel regional el transporte representa alrededor del 40% de las emisiones de GHG ⁽²⁴⁾).

El camino de la región

En las secciones anteriores vimos que las innovaciones relacionadas con el transporte autónomo pueden traer beneficios para los países de América Latina y el Caribe, tanto para sus sectores productivos como para la sociedad. En el caso de la carga de mercancías, la reducción de los costos de transporte y las ganancias de eficiencia en procesos e infraestructuras logísticas pueden contribuir a mejorar sensiblemente la competitividad de los países de la región, especialmente si se tiene en cuenta que los costos logísticos representan entre el 16% y el 26% del PIB de la región, frente al 9% de los países de la OCDE. Sin embargo, el transporte autónomo también presenta desafíos y riesgos, que deben ser gestionados adecuadamente para evitar efectos adversos en la economía y la sociedad. En este contexto, el sector público puede tener un rol preponderante promoviendo la innovación y, al mismo tiempo, asegurando el bienestar de la sociedad.

Con el propósito de proporcionar una guía para los países de la región, en los párrafos que siguen presentaremos someramente las principales políticas y programas que están siendo adoptadas a nivel internacional en esta área ⁽²⁵⁾. Organizaremos estas recomendaciones en tres categorías, a saber: infraestructura inteligente, servicios de transporte modernos y regulación efectiva.

Promover una infraestructura inteligente

- Procurar que la infraestructura logística (vías, puertos, aeropuertos, pasos de frontera) cuente con sensores y tecnologías de telecomunicaciones para favorecer la conexión V2I. Esto puede hacerse mediante inversión pública en áreas y procesos bajo el control de este sector y, cuando se encuentren a cargo de concesionarios, vía ciertos requisitos de inversión y operación.

- Desarrollar plataformas y centros de control para la gestión virtual de las infraestructuras, a partir del procesamiento y análisis de la información generada por el transporte autónomo, sensores y tecnologías de telecomunicaciones instalados en la infraestructura, a fin de optimizar su uso en tiempo real.

- Digitalizar los procedimientos relacionados con operaciones logísticas (por ejemplo, controles administrativos y aduaneros para ingreso a puerto) y promover el desarrollo de plataformas integradas de control en nodos de comercio internacional (tales como los sistemas de comunidades portuarias), para facilitar el intercambio de información entre la multiplicidad de

²⁴ / Banco Mundial (2016), "Emisiones de CO2 originadas por el transporte", disponible en: <https://datos.bancomundial.org/>

²⁵ / Calatayud, A. (2017), "The Connected Supply Chain: Enhancing Risk Management in a Changing World", disponible en: <http://publications.iadb.org/en/publication/12699/connected-supply-chain-enhancing-risk-management-changing-world>

actores que intervienen en dichas operaciones, mejorar la eficiencia de los procesos y optimizar el uso de la infraestructura.

- Mejorar la cobertura y calidad de las redes de telecomunicaciones, para soportar una mayor cantidad y velocidad de los datos recabados por sensores y otras tecnologías, asegurando el flujo de información en tiempo real.

Modernizar los servicios de transporte

- Generar las condiciones (ej. programas de incentivos y acceso a financiamiento) para el recambio de flotas de transporte, introduciendo bases tecnológicas para la adquisición de nuevas unidades.

- Apoyar el desarrollo de pilotos con transporte autónomo, para evidenciar los beneficios y los riesgos a mitigar. Este apoyo puede incluir incentivos fiscales, financieros y *sandboxes* regulatorios (esto último para facilitar el testeo, en ciertas zonas y en determinadas condiciones, de tecnologías aún no habilitadas por la regulación).

- Apoyar la generación de un ecosistema de innovación para el transporte autónomo, incluyendo financiamiento para soluciones tecnológicas, facilitación de la importación de tecnologías, condiciones fiscales favorables para proyectos y empresas, y generación de conocimiento mediante alianzas con los sectores privado y académico.

- Liderar con el ejemplo: modernizar las flotas de transporte del sector público para generar confiabilidad en la tecnología y crear un efecto demostración en otros sectores.

Desarrollar un marco regulatorio adecuado para los cambios tecnológicos

- Integrar la dimensión tecnológica a las estrategias nacionales de logística, de comercio internacional y de infraestructura, como líneas de acción prioritaria para la transición de los países hacia la economía de la 4ta Revolución Industrial.

- Facilitar la realización de pilotos de transporte autónomo por medio de *sandboxes* regulatorios, para informar el posterior desarrollo regulatorio.



- Expedir regulaciones relacionadas con el transporte autónomo (las más necesarias en el corto plazo serían las relacionadas con la integración de drones al espacio aéreo (26), platooning y distribución con robots en última milla) y actualizarlas periódicamente, asegurando la promoción de la innovación y, al mismo tiempo, la mitigación de riesgos para la economía y la sociedad.

- Fortalecer las capacidades de las instituciones sectoriales, a fin de que cuenten con los recursos técnicos y presupuestarios para, entre otros, modernizar sus capacidades TICs, gestionar la infraestructura y procesos de manera digital y en tiempo real, y proveer datos para la eficiente conexión V2I.

- Actualizar la normativa y procedimientos de comercio exterior para facilitar la introducción de tecnología que favorezca el avance tecnológico.

- Procurar la armonización de estándares para facilitar el intercambio de información entre todos los actores involucrados.

Además de estas acciones, los desarrollos en materia de transporte autónomo de pasajeros pueden contribuir a potenciar esa modalidad en el sector logístico. Por ejemplo, los avances en la adopción de buses y microbuses autónomos pueden proveer importantes datos y lecciones para que los gobiernos puedan gestionar adecuadamente la integración del transporte autónomo de mercancías a contextos urbanos. Asimismo, estos desarrollos pueden ayudar a disminuir temores en la sociedad en cuanto a su seguridad en contextos donde haya despliegue de vehículos autónomos para operaciones logísticas. Finalmente, las acciones en materia de propiedad de datos, privacidad, ciberseguridad y reconversión/formación de la fuerza laboral frente a la disrupción tecnológica, desarrolladas para la movilidad individual y de pasajeros pueden ser aplicadas para superar desafíos similares en el transporte autónomo de mercancías.



26 / Ver mayores detalles sobre este tema en: Calatayud, A., Schneider, C. y Valencia, C. (2017), "Gestión de riesgos en cadenas de valor: Regulando la utilización de drones en Centroamérica y República Dominicana", disponible en: <http://publications.iadb.org/en/publication/14022/gestion-de-riesgos-en-cadenas-de-valor-regulando-la-utilizacion-de-drones-en>

¿Oportunidad real o mito?

El transporte autónomo puede generar importantes beneficios para las economías de la región. Como vimos en las secciones anteriores, esta tecnología o, más bien convergencia de tecnologías (IA, sensores, LIDAR, RADAR, videodetección), promete traer reducciones significativas en los costos de transporte, incrementando así la competitividad de los países de América Latina y el Caribe. Sobre la base de los beneficios del transporte autónomo y de los primeros avances en su testeo, los escenarios de progreso de la tecnología elaborados recientemente habían sido más bien optimistas. Sin embargo, desde finales de 2017 las voces de la industria y de los expertos en el sector han comenzado a ser más cautas, vistas las demoras en el desarrollo tecnológico, los accidentes viales con víctimas fatales y las limitaciones establecidas por la regulación. En consecuencia, los escenarios de despliegue de la tecnología han sido modificados, tanto en relación con el horizonte de penetración en el mercado como al alcance de la utilización de la misma.

En este contexto, volvemos al planteo del comienzo: ¿oportunidad real o mito? Por lo explicado en esta nota, pensar que, en el mediano plazo (por ejemplo, para 2030) la mayor parte de los habitantes de la región conducirá un vehículo autónomo y que veremos camiones autónomos por nuestras carreteras, es seguramente un mito. Otros mitos son: pensar que, en el futuro cercano, nuestros pedidos llegarán en drones (con la excepción de las poblaciones rurales y zonas de emergencia, donde sí veremos un mayor despliegue) y temer por la seguridad individual frente al avance del transporte autónomo (contrariamente, el “factor humano” es el mayor causante de fatalidades).

Entre las oportunidades reales y, por ende, ganancias concretas para la competitividad de las economías, se encuentra la comunicación del transporte autónomo con las infraestructuras, lo que permite mejorar la coordinación de procesos en cadenas de suministro, optimizar la utilización de la infraestructura e incrementar la fiabilidad del transporte. La posibilidad de ver dónde está mi pedido en todo momento (clave para la visibilidad en las cadenas de suministro) y la utilización de plataformas para gestionar las infraestructuras logísticas (por ejemplo, los sistemas de comunidad portuaria) son otras oportunidades reales que pueden generar beneficios importantes para la región. En todo caso, la clave para nuestros países será construir ambientes de negocios donde las tecnologías con gran potencial puedan ser testeadas y, posteriormente, desplegadas a gran escala, minimizando al mismo tiempo cualquier riesgo que puedan generar para la sociedad. Asimismo, los países deben invertir en un *bigpush* para la adopción de tecnologías en la gestión de infraestructuras y digitalización de procesos logísticos y de facilitación del comercio, todas áreas donde la experiencia internacional muestra que los beneficios son reales y que se pueden conseguir, no en el futuro, sino ahora.

EL VEHÍCULO DE LA INTEGRACIÓN

El dispar impacto de la revolución del transporte en las operaciones logísticas de América Latina.

Jesica De Angelis

La automatización en el transporte tiene alto potencial de disrupción económica y social. Tecnologías como visión de máquinas (MV) (1), inteligencia artificial, sensores y actuadores (2) incrementarán en pocos años la disponibilidad de autos, camiones, trenes, aviones y barcos autónomos o semiautónomos, que revolucionarán el comercio internacional. En esta nota se explora cuan cercano está este escenario y sus posibles impactos en la región.

El sector automotriz no es el único que está apostando a la automatización del transporte; muchas de las inversiones provienen desde fuera de dicho segmento, por ejemplo, los casos de Google, Amazon y Uber. Se espera que el mercado global de vehículos autónomos (completa y parcialmente) alcance un volumen de US\$ 42.000 millones en 2025, y se expanda a US\$ 77.000 millones para 2035 (BCG, 2015). En tanto, se estima que para 2024 el mercado mundial de drones aéreos estará por encima de los US\$ 12.000 millones, más que duplicándose respecto del tamaño de 2013 (IADB, 2017); mientras que el de barcos autónomos llegará a casi US\$ 14.000 millones en 2030, también más que duplicando su volumen de 2018 (ReportLinker, 2019).

En el caso del transporte terrestre, los vehículos autónomos o semiautónomos están más cerca de llegar al mercado. Por ello algunos gobiernos, empresas, organizaciones no gubernamentales y/o universidades ya cuentan con pruebas piloto y otras ciudades están camino a ello (testeando regulaciones y planificando). Las regiones pioneras en las pruebas son América del Norte y Europa; en segundo término, se coloca Asia Central, y en tercer lugar, Asia del Este y Pacífico. América Latina, Medio Oriente y el norte de África, se encuentran por el momento algo rezagadas. **Gráfico 1.**

Gráfico 1.
Ciudades con prueba piloto o en preparación para los vehículos autónomos (cantidad)



Fuente: INTAL-BID en base a Bloomberg Philanthropies and Aspen Institute.

(1) / Comprende el uso de imágenes a través de una o múltiples cámaras para inspeccionar o analizar objetos de manera automática. Puede ser útil para la guía de los robots o máquinas, testeos, monitoreo del funcionamiento, entre muchas otras.

(2) / Componentes que mueven o controlan los mecanismos y sistemas de las máquinas.

Los avances en la automatización de los transportes terrestres de mercancías son muy promisorios. Por ejemplo, Volvo se encuentra desarrollando y mejorando el proyecto Vera (3), un vehículo eléctrico autónomo que, se espera, aporte precisión, flexibilidad y mayor productividad. Google y Uber, por su parte, también habían lanzado pruebas con camiones autónomos en 2018. La Unión Europea en 2009 lanzaba su proyecto Sartre (Trenes de Carretera Seguros para el Medio Ambiente, por sus iniciales en inglés), que inició los primeros testeos con vehículos que se desplazan interconectados de manera inalámbrica: al seguir cada uno automáticamente el ritmo que marca el primer vehículo de la caravana se genera eficiencia en el uso de carreteras.



En el caso del transporte aéreo, ya existen drones piloteados de manera remota y otros que siguen rutas predefinidas. Según Amazon, en el futuro será tan común ver drones transportando paquetes como camiones en las rutas. En efecto, la empresa ya cuenta con drones operativos (los Prime Air) (4) en varios puntos del planeta. Otro ejemplo es BAE Systems (5), la contratista militar y constructora aerocomercial que en 2016 lanzó un avión autónomo que usa cámaras de visión e incluye pilotos para el despegue y el aterrizaje.



3 / <https://www.volvotrucks.com/en-en/news/volvo-trucks-magazine/2018/sep/questions.html>

4 / <https://www.amazon.com/Amazon-Prime-Air/b?ie=UTF8&node=8037720011>

5 / <https://www.baesystems.com/en/capability/autonomous-systems>

El transporte fluvial mueve el 90% del comercio mundial. En la mayoría de los países de la región, el modo marítimo canaliza más del 80% del comercio (ALADI, 2016) (6). Si bien la automatización está menos desarrollada en este caso, existen algunos avances importantes. Por ejemplo, en 2016 el Pentagón lanzó el *Sea Hunter*, una embarcación autónoma para la búsqueda de submarinos y minas submarinas. Y bajo la iniciativa Advanced Autonomous Waterborne Applications Initiative, Rolls-Royce y Finferries, la naviera estatal finlandesa, se exploró tecnología de sensores, algoritmos de control, comunicación y conectividad para el desarrollo de transporte marítimo autónomo.

Sin embargo, la automatización es geográficamente dispar. En los países avanzados las grandes empresas multinacionales están haciendo investigaciones para avanzar en automatización, pero este dinamismo es menor en las subsidiarias que operan en los países en vías de desarrollo. La brecha tecnológica (7) en la región implicará un avance más lento hacia las cadenas de suministro con mayor automatización. De acuerdo con el Índice de Preparación para los Vehículos autónomos de KPMG (2019) (8), solo Brasil y México –que ocupan los puestos 25 y 23 de esa escala, respectivamente- se encuentran entre los 25 países del mundo que están mejor preparados para este tipo de transporte, a pesar de que ambos perdieron posiciones en 2019 respecto del ranking 2018.

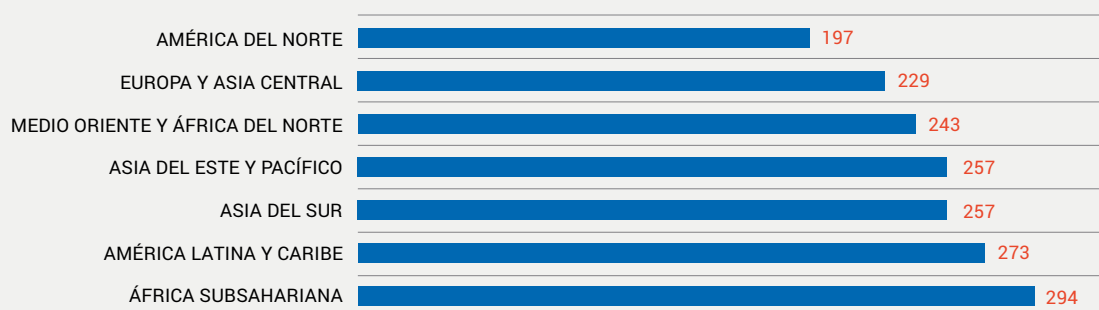
El costo diferencial

Se espera que el transporte autónomo traiga importantes ganancias en términos de calidad de vida; y en particular, una mayor seguridad gracias a la eliminación o reducción del error humano, mejor ordenamiento de las carreteras, más tiempo disponible para los conductores y un mayor cuidado del medioambiente, especialmente a partir del reemplazo de combustibles fósiles por la energía eléctrica. A la vez, se espera que tengan un gran impacto a nivel de los costos del comercio internacional, mercado laboral, regulación, infraestructura, competitividad, entre muchas otras áreas y sectores.

Los costos del comercio internacional son altos para la región en comparación con otras partes del mundo. Si se excluyen aranceles, los costos totales del comercio *ad valorem* para los países de América Latina y el Caribe son de 273%, el nivel más alto luego de África Subsahariana. Asimismo, la región también se encuentra rezagada en el desempeño logístico. (Gráfico 2 y 3)

Gráfico 2.

Costos no arancelarios del comercio (% ad valorem)



Fuente: INTAL-BID en base a UN ESCAP.

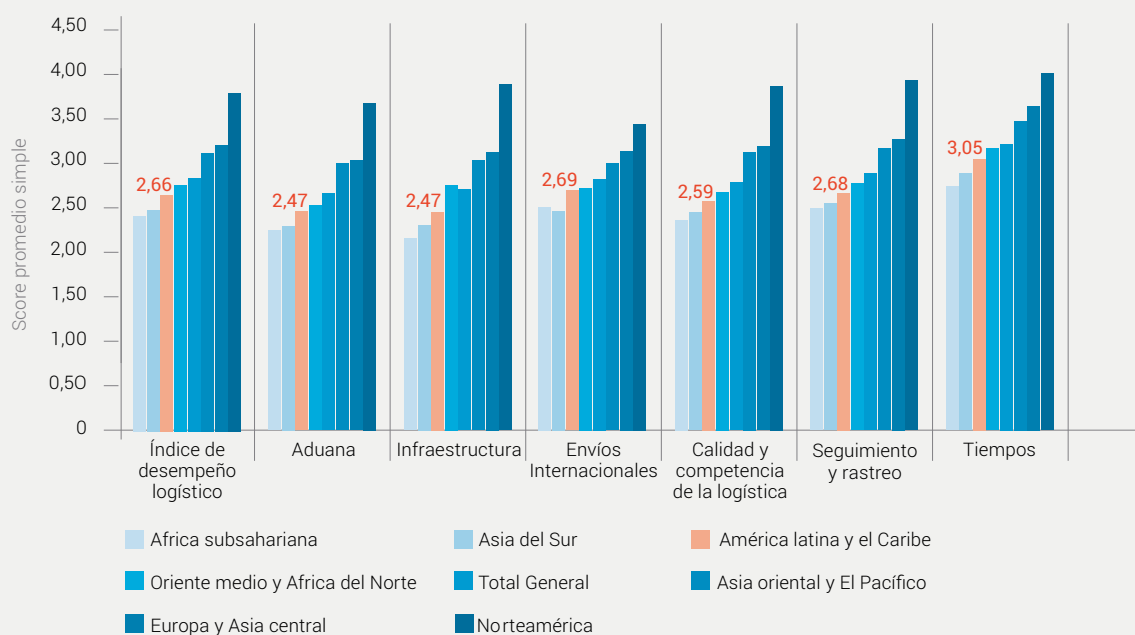
Nota: Costos no tarifarios ad valorem promedio simple para los años 2010-2016. América del Norte excluye México.

6 / http://www2.aladi.org/biblioteca/Publicaciones/ALADI/Secretaria_General/SEC_Estudios/216.pdf

7 / <http://conexionintal.iadb.org/2018/05/30/ideas-3/>

8 / <http://www.assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2019/02/2019-autonomuos-vehicles-readiness-index.pdf>

Gráfico 3.
Desempeño logístico (índices)



Fuente: INTAL-BID en base a Logistic Performance Index (2018).

De acuerdo con algunas estimaciones (Statista, 2017), para 2025 los costos para las compañías de transporte se reducirían un 15% respecto de los costos de 2016 y un 28% más allá de 2025, principalmente por la reducción de los costos asociados con el trabajo humano, en mayor medida aquellos vinculados al conductor sumado a los ahorros de combustible, impuestos, entre otros. Asimismo, como los VA podrán operar 24 horas permitirían reducir stocks, mejorarían los tiempos de entrega y aumentaría la productividad. El rezago en la adopción de los VA podría significar para los países un problema adicional de competitividad por la vía de los costos a futuro.

Los VA también podrían permitir la ampliación de los canales de distribución incluyendo áreas con problemas de infraestructura o que, debido al congestionamiento, cuentan con amplias demoras para la entrega de productos.

La infraestructura no solo deberá estar preparada para recibir a los VA que compartirán las rutas (calles, vías, cielo y mar) con otros vehículos conducidos por personas, sino que también será necesario contar con sistemas eficientes de conectividad, señalización y estaciones de carga eléctricas, entre otros elementos.

Sin dudas, la implementación creciente de VA demandará también mayores niveles de coordinación con los principales socios comerciales en los aspectos regulatorios. Muchos de esos esfuerzos podrían ser realizados en el marco de la actualización de los acuerdos de integración regional, tal como viene realizando la Unión Europea hace algunos años (9). Será necesario generar una estandarización para garantizar la seguridad e interoperabilidad de los vehículos en las fronteras y generar los protocolos para el tráfico de datos desde y hacia los VA.

9 / https://www.ertrac.org/uploads/documentsearch/id47/ERTRAC_Automated-Driving_Public%20Consultation%20April%202017.pdf

En definitiva, se espera que la automatización genere un cambio profundo en las prácticas productivas a nivel global generando oportunidades de desarrollo industrial u obturándolas. Si bien en la región la automatización se difunde de manera más lenta, el impacto se verá de todas formas por el canal del comercio internacional, por lo que será necesario que la política pública empiece a trabajar de manera cercana con el sector privado para estar preparados frente a los futuros cambios. En especial, adaptar la fuerza laboral (nuevas habilidades y formación continua) para mejorar las posibilidades de adopción tecnológica, minimizar los costos de esta transición y lograr que la sociedad se beneficie del cambio tecnológico.

.....

Bibliografía

ALADI (2016). El costo de la mediterraneidad: los casos de Bolivia y Paraguay. -ALADI/SEC/Estudio 216. Agosto de 2016. Disponible en http://www.aladi.org/biblioteca/Publicaciones/ALADI/Secretaria_General/SEC_Estudios/216.pdf

BCG (2015). Revolution in the driver's seat. The road to autonomous vehicles. Boston Consulting Group. 2015. http://image-src.bcg.com/Images/BCG-Revolution-in-the-Drivers-Seat-Apr-2015_tcm9-64351.pdf

IADB (2017). Integration and Trade Journal: Volume 21: No. 42: August, 2017: Robot-lución: The future of work in Latin American Integration 4.0. Disponible en <https://publications.iadb.org/en/integration-and-trade-journal-volume-21-no-42-august-2017-robot-lucion-future-work-latin-american>

KPMG (2019). 2019 Autonomous Vehicles Readiness Index. Assessing countries' preparedness for autonomous vehicles. KPMG internacional. Disponible en <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2019/02/2019-autonomous-vehicles-readiness-index.pdf>

Manyika, J., Chui, M., Miremadi, M., Bughin, J., George, K., Willmott, P., & Dewhurst, M. (2017). A Future that Works: Automation, Employment, and Productivity. McKinsey Global Institute. Disponible en <https://www.mckinsey.com>

Report Linker (2019). Autonomous Ships Market by Autonomy, Ship Type, End Use, Solution And Region - Global Forecast to 2030. January 2019. Disponible en <https://www.reportlinker.com/p05721750/Autonomous-Ships-Market-by-Autonomy-Ship-Type-End-Use-Solution-And-Region-Global-Forecast-to.html>

Statista (2017). Autonomous Trucks Will Mean Big Savings For Freight Companies. by Isabel von Kessel, Jul 11, 2017

UNCTAD (2018). Review of maritime transport 2018. Disponible en https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/rmt2018_en.pdf

LA AUTONOMÍA EN LA AGENDA LABORAL

El impacto de la tecnología en el empleo llegó al sector transporte. Algunas investigaciones recientes abordan esta cuestión. La actividad del comercio puede compensar la menor demanda laboral consecuencia del reemplazo tecnológico.

Mariana Pernas

El creciente uso de tecnología en la producción y el comercio genera transformaciones en el mercado de trabajo, que afectan tanto a la demanda de empleo como a las habilidades y nuevos requerimientos de calificación para la fuerza laboral. La industria de transporte, que incorpora a los vehículos autónomos (VA) como aplicación específica, no escapa a esta regla general.

Desde que en 2013 el estudio pionero de Frey y Osborne aportó una metodología para medir la probabilidad que tiene una determinada ocupación de ser automatizada o reemplazada por tecnología en el mediano plazo ⁽¹⁾, varios especialistas analizaron y le pusieron números a esta compleja vinculación entre cambio tecnológico y mercado de trabajo ⁽²⁾. A nivel regional, incluso, una investigación recurrió a la herramienta desarrollada por esos autores para determinar el riesgo de automatización de las ocupaciones según tipo de empresa y rama de actividad en la Argentina y Uruguay ⁽³⁾. Sin embargo, y como parte del debate en torno a esta cuestión, otros expertos también se ocuparon de destacar las limitaciones del enfoque de Frey y Osborne ⁽⁴⁾ y aportaron un análisis alternativo.



1 / Frey, Carl y Osborne, Michael, 2013, "El futuro del empleo: ¿cuán susceptibles son los empleos a la computarización?". Oxford University. Oxford, Reino Unido.

2 / Pernas, Mariana. "La próxima generación de empleo", Conexión Intal 258, febrero 2018, Buenos Aires, Argentina.

3 / Aboal, Diego y Zunino, Gonzalo, "Innovación y habilidades en América Latina", Robot-lución. El futuro del trabajo en la Integración 4.0 de América Latina, Intal-BID, Buenos Aires, Argentina.

4 / Arntz, M., T. Gregory y U. Zierahn (2016), "The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis", OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189, OECD Publishing, Paris.



La industria del transporte tiene también este problema en su agenda. Y dos recientes investigaciones se propusieron abordarla. En primer lugar, a pedido de la Federación Internacional del Transporte (ITF, por su sigla en inglés), la Universidad Marítima Mundial (WMU) elaboró el estudio “Transporte 2040 - Automatización, tecnología y empleo - El futuro del trabajo” (5), publicado a principios de este año, que utiliza la metodología de Frey y Osborne para medir el riesgo de automatización de tareas en los transportes terrestre, aéreo y marítimo y en las actividades de soporte.

Como conclusión general, señala que la automatización del trabajo afectará al transporte, que a nivel mundial emplea a 168 millones de personas de manera directa; pero este proceso ocurrirá a menor velocidad que otras ramas de la economía, avanzará principalmente sobre las tareas de baja y mediana calificación y llegará primero a los medios de locomoción terrestre. Además, enfatiza que la dinámica del comercio internacional es un factor que puede compensar la menor demanda laboral que se experimentará como consecuencia del reemplazo tecnológico de tareas.

En segundo término, entidades de la academia y la industria en Estados Unidos, entre los que se destaca el American Center for Mobility (ACM), desarrollaron el informe “Preparando a la fuerza de trabajo para el transporte automatizado” (6), a través del cual realizaron entrevistas en profundidad y grupos focales con líderes del sector transporte, junto con la elaboración de datos oficiales de ese país. “En el futuro previsible, la adopción de vehículos automatizados y tecnologías relacionadas puede llevar al desplazamiento de los trabajos de conducción en ciertos segmentos del sector del transporte (en gran medida, de taxis y choferes) –sintetiza el informe-. Sin embargo, al menos en la próxima década, en el peor de los casos, es probable que los empleos desplazados se ubiquen en los pocos cientos de miles de personas en comparación con los casi 3,5 millones de empleos en este sector que son objeto de este informe. Además, gran parte del desplazamiento anticipado probablemente no tendrá lugar hasta la segunda mitad de la década de 2020, momento en el que la adopción de vehículos autónomos comenzará a crecer.”

Los VA exigirán cambios sustanciales en la forma en que se trabaja no sólo en el sector transporte sino también en otros segmentos. “Para muchos, esto requerirá la adquisición de nuevas habilidades y, en algunos casos, quizás volver a imaginar lo que implica su trabajo –prosigue el informe-. También es probable que la llegada de vehículos automáticos genere miles de nuevos puestos de trabajo en ingeniería, análisis de datos, ciberseguridad y áreas de ‘monitoreo’ de vehículos. También requerirá que muchas partes interesadas trabajen juntas en enfoques creativos que preparen mejor a los trabajadores actuales y futuros para ingresar a la fuerza laboral.”

5 / World Maritime University, International Transport Workers Federation, “Transporte 2040 – Automatización, tecnología y empleo – El futuro del trabajo”, Londres, Reino Unido, 2019.

6 / American Center for Mobility, Universidad de Michigan y Texas A&M Transport Institute, “Preparing the workforce for automated vehicles”,

Lo cierto es que el impacto de la tecnología en el empleo ocupa la agenda de esta industria. La última edición del sondeo anual que releva los temas críticos que afectan al segmento de camiones de carga, que realiza el Instituto de Investigación de Transporte Americano (ITR, por su sigla en inglés), identificó a la tecnología de automatización de camiones como una cuestión emergente (mencionada por primera vez entre los encuestados en 2017) (7). “Las tecnologías de asistencia para el conductor han visto un aumento de su implementación en los últimos años, mientras que las pruebas de alto nivel de las tecnologías automatizadas continúan generando una atención significativa entre las partes interesadas de la industria. Para los conductores, en particular, el potencial impacto de un cambio en el trabajo por un mayor despliegue de camiones automatizados está creando preocupación”, consigna el estudio.

El cambio será gradual

Los incrementales niveles de autonomía de los vehículos modificarán los ecosistemas productivos y laborales en el transporte. Las investigaciones coinciden en que este proceso será gradual. Según la WMU, la automatización y la tecnología “tienen el potencial de transformar los empleos futuros y la estructura de la fuerza laboral”; y si bien su adopción tenderá a ser, a nivel macro, “más evolutiva que revolucionaria”, en algunos segmentos del transporte será “bastante extendida”.

Tal escenario “evolutivo”, que implica una “lenta adopción” de las tecnologías de autonomía del transporte, se basa en que los beneficios económicos todavía son bajos y los límites técnicos y/o legales son importantes. “En todos los medios de transporte la garantía de seguridad de los sistemas autónomos no es una disciplina madura”, prosigue la WMU. Y agrega que “la velocidad de adopción depende del tiempo requerido para alcanzar la aceptación legal y social para introducir ciertos tipos de tecnología”.

Por estas razones, inicialmente los proyectos de VA se implementarán en áreas bajo legislación nacional o en zonas de países vecinos en el marco de acuerdos legales bilaterales. “Si esas aplicaciones son exitosas y socialmente aceptadas, pueden ser gradualmente adoptadas en una escala geográfica mayor, como por ejemplo en el comercio”, destaca. Bajo estas condiciones, los vehículos autónomos serán introducidos primero en ámbitos específicos y controlables, como “vías ferroviarias dedicadas, áreas terrestres y vías de agua, puertos, almacenes y áreas urbanas específicas”, ejemplifica el informe. Y añade: “La necesidad de conductores probablemente no desaparezca; más bien, el rol de conductor u operador evolucionará hacia un ‘agente de vehículo como servicio’. Por lo tanto, en muchas áreas la automatización probablemente resultará en un cambio de la fuerza de trabajo y no en reducción del empleo”.

7 / ATRI, “Critical issues in the trucking industry – 2018”.

Una visión cautelosa tiene también el estudio realizado por la ACM en Estados Unidos, según el cual “la transición a la conducción automatizada en la industria de camiones se encuentra en las etapas iniciales y se anticipa que será gradual”. Además, aclara que “en el futuro previsible, los vehículos automatizados podrían complementar, en lugar de sustituir, a los operadores de vehículos, incluso en los niveles más altos de automatización, permitiendo que el transporte de carga y otras empresas de servicios de entrega afronten la escasez de mano de obra existente”.

De acuerdo con este informe, en el mediano plazo los VA “no impactarán significativamente en los trabajos de conducción de camiones. Los vehículos altamente automatizados, en gran parte con funcionamiento automático (nivel 4, según la SAE, o superior), no alcanzarán un alto nivel de penetración en el segmento de camiones durante la próxima década”. De hecho, para la próxima década, sólo el 12% de los referentes de la industria encuestados manifestó que los VA reducirían el tamaño de la fuerza laboral de su organización; el 49% dijo la aumentarían y el 39% estimó que la dotación de su empresa se mantendrá.

Destrezas renovadas

El universo laboral del transporte está dominado por las ocupaciones de nivel de calificación intermedio: el 72% de los trabajadores tiene este tipo de destreza. En tanto, los trabajadores de alta y baja calificación concentran el 12% y 15% respectivamente. Según la WMU, que elaboró una proyección para el año 2040 del riesgo de automatización de las tareas que realizan las distintas categorías laborales, las ocupaciones con mayor potencial de ser automatizadas son aquellas de baja calificación (en promedio, el 68% de sus tareas pueden ser automatizadas) y de mediana calificación (en promedio, 77%) de los medios terrestre, marítimo y aéreo, y también de las operaciones de soporte. En contraste, los trabajadores más calificados tienen una menor probabilidad de automatización y reciben un impacto más heterogéneo según la rama de transporte en la cual están insertos, que oscila entre el 15% (terrestre) y el 30% (marítimo).

Así –advierte el estudio-, “el nivel de calificación es el factor que determina en mayor medida las probabilidades de automatización, por encima de la industria o el sector”. La modalidad de adopción de la tecnología también será dispar: mientras que las aplicaciones destinadas a los puestos de mayor calificación tienden a utilizarse para asistir y/o complementar al operador humano -para que la persona pueda concentrarse en las tareas más relevantes-, en las categorías laborales de mediana y baja calificación, la tecnología tiende, en mayor medida, a reemplazar ciertas tareas.

Más allá del ritmo de adopción tecnológico, la necesidad de recalificación laboral es insoslayable. Según la ACM, una vez que los VA alcancen un alto grado de incidencia, “los operadores de camiones deberán entender cómo monitorear el software y el hardware utilizado para automatizar la función de conducción y cómo hacer un uso apropiado de los sistemas de seguridad avanzados de estos vehículos. Los conductores actuales que pueden actualizar sus habilidades a medida que sus trabajos se orientan más hacia la tecnología podrán ver que la percepción pública de su oficio mejora”.

El desembargo de los vehículos automatizados implicará cambios en los perfiles laborales de una gran variedad de organizaciones e industrias, algo que afectará a todas las categorías ocupacionales –incluso a las altamente calificadas- y demandará el diseño de programas de capacitación segmentados, actualización de certificaciones y políticas de entrenamiento *on the job*. “Los esfuerzos educativos deberán ser multi-dimensionales (...), ya que deben dirigirse con diferentes esfuerzos de educación y capacitación a medida. En algunos casos, ya existen brechas en la fuerza laboral disponible debido a la falta de capacitación específica y / o actividades de reentrenamiento. Se espera que estas brechas se amplíen a menos que se desarrollen actividades de educación y capacitación en la fuerza laboral de vehículos automatizados”, destaca la ACM.

El informe advierte acerca de la necesidad de capacitar a las poblaciones más vulnerables. “Es posible que algunos segmentos de la fuerza laboral no puedan o no quieran ser reentrenados”, admite. A medida que las tecnologías sigan avanzando, es probable que los trabajadores afectados por la brecha digital, “tengan menos capacidad para aprender de manera sencilla y efectiva las nuevas habilidades tecnológicas necesarias para realizar tareas de trabajo; históricamente, los adultos mayores, los individuos que viven en áreas rurales y aquellos con niveles más bajos de educación e ingresos” son quienes integran esta población, enfatiza el estudio. “Esto puede resultar en perpetuar y/o exacerbar las desigualdades –considera-. Adaptar la capacitación a diferentes cohortes generacionales y tecnológicamente competentes ayudará a garantizar que grupos particulares de trabajadores puedan aprender más fácilmente las habilidades que necesitan para continuar en la fuerza laboral.”

Como engranaje de múltiples industrias y del intercambio comercial, los sistemas de transporte experimentan transformaciones tecnológicas cuyas implicancias no son homogéneas. El mercado laboral refleja esta disparidad: el bajo riesgo de automatización que tienen las profesiones de mayor calificación –donde la tecnología incluso se utiliza como herramienta para potenciar su desempeño y agregar valor a sus tareas-, contrasta con la perspectiva de aquellas personas de menor nivel educativo, cuyas tareas tienen mayor probabilidad de ser reemplazadas. Tal como sucede en otros sectores de actividad, el principal desafío es desplegar las estrategias educativas, de capacitación y recalcificación laboral que tiendan a atenuar el impacto social de este cambio radical en el escenario productivo.



El comercio genera demanda

El comercio global y regional puede originar una mayor actividad y demanda laboral en el sector transporte debido al desarrollo de nuevas rutas comerciales por el incremento de exportaciones e importaciones en economías emergentes (como México e India) y el crecimiento previsto para las próximas dos décadas, consigna el estudio de la WMU. Pero los distintos medios de transporte responderán de manera diferente a este estímulo.

Así, entre 2018 y 2040, el transporte de mercancías crecerá como consecuencia del incremento en el volumen del comercio y el surgimiento de nuevos patrones en las rutas de transporte. De hecho, la investigación de la WMU prevé que el volumen de comercio global -medido en toneladas por milla- experimente una tasa de aumento del 2,2% anual entre 2015 y 2030, y un incremento del 0,6% anual entre la década de 2030 y 2040.

Pero esta evolución tendrá lugar a diferentes ritmos: en ese período el transporte de bienes por trenes de carga se incrementará sólo un 0,2% anual (entre 5.700 y 5.860 millones de toneladas por milla), y su principal restricción será la inversión en infraestructura. En contraste, el transporte terrestre de carga por carretera se expandirá un 3,4% (en el corto plazo) y un 1,8% (largo plazo), y el factor principal que incidirá en esta tendencia es la inversión en infraestructura, especialmente en rutas urbanas. El intercambio comercial global por vía marítima -“columna vertebral del comercio internacional” y “única solución para el comercio de larga distancia de mercancías de bajo valor”- se expandirá a una tasa anual del 2,5% (en el largo plazo) y 1,4% (en el corto plazo). Esto equivale a un volumen comercial de 74.000 millones de toneladas por milla para 2030 y 84.000 millones de toneladas por milla para 2040.

LAS VÍAS DEL DESARROLLO

Crece la adopción de trenes de carga autónomos para el comercio. En qué consiste el proyecto de un consorcio francés para fabricar un prototipo de esta tecnología.

Durante las próximas dos décadas, crecerá el uso de los trenes de carga como transporte para el comercio, según estimaciones de la Universidad Marítima Mundial (WMU) (7). En la región Asia Pacífico -una de las rutas clave a nivel global-, la participación del transporte ferroviario de carga -medida en toneladas por millas- en el comercio aumentará del 1% (en 2015) al 21% (en 2040), y lo hará principalmente a expensas del transporte por carretera (que en esa región disminuirá del 91% al 53%). En la Unión Europea, por su parte, la participación del transporte ferroviario trepará del 12,3% al 15,7% en el mismo periodo, mientras que el terrestre por carretera decrecerá del 50,6% al 38%.

Paralelamente, aumentará la adopción de tecnologías de automatización de trenes. Según la WMU, el uso de este tipo de aplicaciones en los centros de control de las operaciones del transporte ferroviario de carga hoy tiene una incidencia del 30%, pero se estima que -para 2040- este porcentaje suba hasta el 70% y 90% en América del Norte, Asia y Europa.

El informe de la WMU aclara que el grado de penetración de la automatización en este medio de transporte varía significativamente de acuerdo con el tipo de aplicación. Por ejemplo, la introducción de subterráneos completamente automatizados y sin asistencia (que se implementan en las nuevas líneas de metro



1 / World Maritime University, International Transport Workers Federation, "Transporte 2040 – Automatización, tecnología y empleo – El futuro del trabajo", Londres, Reino Unido, 2019.



que se construyen) crecerá desde el 5% al 21% entre 2020 y 2040 en Europa, Asia y Estados Unidos. En esas tres regiones, además, el uso de trenes de carga totalmente automatizados crecerá del 8% y 10% (en 2020) hasta el 20% y 32% (2040).

Uno de los principales proyectos actuales orientados al diseño de trenes autónomos de carga y de pasajeros tiene lugar en Francia. Allí, la Sociedad Nacional de Ferrocarriles Franceses (SNCF), junto con el Instituto de Investigación Tecnológica Railenium (IRT) y las empresas Alstom, Altran, Ansaldo, Apsys, Bombardier, Bosch, Spirops y Thales, en septiembre pasado anunciaron la creación de dos consorcios que tienen por objetivo el desarrollo de prototipos de trenes sin

conductor, un trabajo que se realizará dentro de los próximos cinco años (2). La iniciativa -que se propone poner en circulación trenes semiautónomos en 2020 y trenes sin conductor en 2023- tiene para esta fase un presupuesto de 57 millones de euros (30% será financiado por SNCF y otro 30% por el estado francés, en tanto que un 40% será aportado por el resto de los socios).

Mientras que el consorcio integrado por las empresas Alstom, Altran, Ansaldo y Apsys se ocupará de fabricar el prototipo de un tren de carga, la asociación conformada por las compañías Bombardier, Bosch, Spirops y Thales creará un prototipo de tren regional de pasajeros.

El proyecto reúne a fabricantes de distintos sectores de actividad (ferroviario, automotriz, de aviación, sistemas, ingeniería e inteligencia artificial) y cuenta con el soporte de distintas entidades públicas, como la Agencia Nacional de Investigación Francesa, la Autoridad de Seguridad Ferroviaria de Francia y la Agencia Nacional de Ciberseguridad de Francia, que “están trabajando con ambos grupos para que se tengan plenamente en cuenta en la etapa más temprana posible de los desafíos relacionados con la seguridad ferroviaria y la ciberseguridad”, según informó un comunicado de la SNCF. “Esta experiencia ayudará a avanzar en el proyecto del tren sin conductor en áreas clave como la detección de obstáculos, la lectura de señales, la geo-localización, el monitoreo del entorno del tren y la gestión de riesgos”, agregó el comunicado.

De acuerdo con la SNCF – que opera 17.000 trenes y transporta cuatro millones de pasajeros al día, los beneficios de los trenes sin conductor para los pasajeros y para el transporte de mercancías son los siguientes:

- **Mayor capacidad:** de manejar más trenes y transportar un mayor número de personas y volúmenes de mercancías.
- **Mayor fluidez y cumplimiento de los horarios** gracias a la circulación y la velocidad optimizadas, lo que a su vez significa poder reaccionar ante circunstancias imprevistas.
- **Beneficios ambientales** debido al menor consumo de energía.

AGUAS INTELIGENTES

La adopción de buques autónomos para el comercio será lenta y comenzará en zonas nacionales y regionales. En qué consiste el proyecto Yara Birkeland, la nave de carga que se lanzará en 2020.

La incorporación de tecnología en el transporte marítimo -que representa más del 80% del comercio internacional en términos de toneladas por milla- generalmente ocurre en “pasos incrementales”, destaca un informe de la Universidad Marítima Mundial (WMU, 2019), según el cual el uso de buques autónomos bajo supervisión humana alcanzará entre un 11% y 17% del mercado mundial hacia el año 2040. “La expectativa es que ese tipo de naves estén operando en jurisdicciones nacionales y regionales, y realizando transporte para el comercio especializado”, consigna el estudio.

Entre los principales factores “habilitadores” para el desarrollo de “buques altamente autónomos”, la WMU destaca los beneficios económicos, la regulación internacional y el apoyo del gobierno; por el contrario, entre los obstáculos que pueden retrasar esta tecnología menciona los costos de desarrollo e implementación; la falta de beneficios económicos; la infraestructura física, y la regulación y gobernanza.



A pesar de la cautela con que se están adoptando las aplicaciones de autonomía en este campo, el Comité de Seguridad de la Organización Marítima Internacional (IMO), a finales de 2018 avanzó en la realización de ejercicios de alcance regulatorio orientados a brindar un marco para los buques de superficie autónomos. En septiembre próximo continuarán las sesiones de trabajo, con el objetivo de finalizar este proceso en 2020. La agenda cubre, entre otras, las cuestiones de seguridad; carga y estabilidad; formación de marinos y pescadores, y contenedores seguros.

Uno de los principales proyectos de transporte marítimo autónomo es la construcción del buque de carga Yara Birkeland, cuyo lanzamiento está previsto para principios de 2020 y que están desarrollando de manera conjunta el productor de fertilizantes Yara y la firma de soluciones y tecnología para la marina mercante Kongsberg Marítima, con sede en Noruega. “Será el primer barco de contenedores totalmente eléctrico y autónomo del mundo, con cero emisiones”, detalló An-Magritt Tinnlund Ryste, Program Manager Autonomy de Kongsberg Maritime, ante la consulta del INTAL-BID. Según la ejecutiva, Kongsberg es responsable del desarrollo y entrega de las tecnologías clave, como los sensores, la integración para la operación de barcos remotos y autónomos, y los sistemas de control de la propulsión, la conducción eléctrica y la batería. El barco –que será construido por la empresa Vard– será entregado para su lanzamiento a principios del año próximo, pero “pasará gradualmente de una operación tripulada a una operación completamente autónoma en 2022”, completó Tinnlund Ryste.

El buque, que funcionará a propulsión eléctrica y tendrá una capacidad de carga de 120 TEU (unidad equivalente a veinte pies, por su sigla en inglés), está equipado con diversos sensores de proximidad, como radares, Lidar, AIS (sistema de identificación automática) y cámaras de visión. La comunicación se establecerá por radio de banda ancha marítima, comunicación satelital y red GMS (sistema global de comunicaciones móviles). Con una longitud de 79,5 metros y 15,8 metros de ancho, la nave podrá alcanzar una velocidad máxima de 13 nudos.

“El interés de los buques autónomos está en aumento –admitió la ejecutiva entrevistada por el BID-INTAL. Tanto la industria como el sector de investigación están de acuerdo en que esta podría ser la próxima revolución dentro del transporte marítimo moderno y ambientalmente sostenible. Los buques autónomos brindarán nuevas oportunidades de negocios, a corto plazo, especialmente en el transporte marítimo de cercanía.”

En el marco de este proyecto, Kongsberg está colaborando con institutos de investigación noruegos e internacionales “para desarrollar, probar y verificar los algoritmos para la detección y clasificación de objetos, la optimización de rutas y la eficiencia energética, por mencionar algunas tecnologías”, dijo la especialista. “La introducción del uso de aprendizaje automático y realidad virtual para el análisis y mejoras durante el desarrollo del producto también es una parte vital de los avances para los buques autónomos. Tampoco podemos olvidar la necesidad de una comunicación bidireccional segura y cibernética entre el barco y la infraestructura que lo rodea.”



En cuanto al papel del conductor humano, la empresa se enfoca en las embarcaciones de la categoría de buques de superficie autónomos marítimos “según lo define el foro noruego para buques autónomos, NFAS”, precisó la ejecutiva. Se trata “de una forma de autonomía restringida –aclaró-. Esto significa que siempre habrá personas involucradas: en el proceso de planificación, en la autorización de navegación, en la supervisión durante el viaje, en el seguimiento del estado del barco y en la planificación del mantenimiento. Y estarán listas para actuar si el barco necesita asistencia. Estos capitanes y operadores estarán en un Centro de Control de Costas diseñado específicamente para la operación segura de barcos autónomos.”

Sobre los principales desafíos que plantean las naves autónomas, la gerente de Kongsberg aludió a la falta de regulación. “Por eso, estamos trabajando estrechamente con las autoridades costeras noruegas para establecer el permiso para el primer viaje del Yara Birkeland dentro de las fronteras noruegas”, aclaró. “Los buques autónomos deben ser tan seguros o más seguros que los buques convencionales, este es el requisito. Estamos trabajando para resolver este desafío, ya que esto no es algo que se pueda medir fácilmente.”

La especialista también se refirió a los beneficios operativos y económicos que prometen los buques de carga autónomos. “La tripulación y el combustible son algunos de los principales costos en los buques convencionales. Entonces, poder mover a los operadores de la embarcación es una ventaja económica de las embarcaciones autónomas. El centro de operaciones, además, puede diseñarse para permitir que una persona atienda a varios buques y pueda manejar la planificación, el seguimiento y la optimización”, explicó. En caso de que surja una situación que requiera interacción, “el operador puede concentrarse completamente en un barco específico mientras entrega el control del resto de los barcos a un segundo operador o a un supervisor”. Otro rasgo de los buques autónomos es que “pueden operar en otros momentos del día con condiciones climáticas óptimas o mantener una velocidad menor que las embarcaciones convencionales, ya que no hay personas a bordo”. Además, “la situación de carga y descarga se mejora en términos de seguridad, ya que no hay personas involucradas cerca de las grúas o de la plataforma de carga”.



“El desafío principal es garantizar la fiabilidad de los sistemas autónomos”

Entrevista a Joseph Sifakis, fundador del laboratorio Verimag y premio Turing 2007. El especialista se refirió a la necesidad de tener estándares independientes para certificar esta nueva tecnología de transporte.

Con una mirada prudente, que enfatiza la relevancia de la seguridad y la necesidad de contar con estándares específicos para vehículos autónomos, el especialista Joseph Sifakis, fundador e investigador Emérito Senior en Verimag, el laboratorio de sistemas embebidos que está asociado al Centro Nacional de Investigación Científica (CNRS) y a la Universidad de Grenoble, en Francia, analiza cuáles son los principales desafíos que se plantean para desarrollar esta tecnología.

Reconocido con el Premio Turing en 2007 y la Medalla Leonardo Da Vinci en 2012, Sifakis es miembro de la Academia Francesa de Ciencias de la Academia Nacional de Ingeniería de Francia y de la Academia Americana de Artes y Ciencias, entre otras entidades científicas. Como parte de su trabajo en Verimag, contribuyó al desarrollo de aplicaciones industriales en los sectores aeronáutico, aeroespacial, automotriz, electrónica de consumo y telecomunicaciones.

Durante su presentación en el Heidelberg Laureate Forum (HLF), un evento que tuvo lugar en septiembre pasado en Alemania, Sifakis destacó: “Es notable que el debate sobre vehículos autónomos está enfocado exclusivamente en Inteligencia Artificial (IA) y técnicas de aprendizaje, mientras ignora muchos otros temas de diseño de sistemas que son igualmente importantes”. En esa misma exposición, definió que “la principal característica de los sistemas autónomos es la habilidad de manejar el conocimiento y de responder adaptativamente a los cambios del entorno”. A su entender, la autonomía es un tipo de “inteligencia general” y la construcción de sistemas autónomos confiables y óptimos va más allá de la IA.

¿Cuán desarrollados están los sistemas autónomos en general y, en particular, los vehículos autónomos?

La autonomía es clave para la visión de la Internet de las Cosas (IoT, por su sigla en inglés), que promete aumentar la integración de servicios y sistemas inteligentes que minimicen la intervención humana, como los vehículos autónomos, las redes eléctricas inteligentes, las aplicaciones de la Industria 4.0 y los servicios de salud inteligentes. ¿Es posible crear sistemas autónomos confiables? Este es el objeto de un profundo, y a veces acalorado, debate científico y técnico. Con frecuencia, los sistemas autónomos son críticos; es decir, una falla puede significar un daño para su entorno humano y físico. Con la tecnología de punta actual, no se alcanzan los requisitos críticos para la autonomía y la creciente integración. A pesar de estas limitaciones, la relevancia de los desafíos económicos y las necesidades del mercado llevan a los actores de la industria de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (ICT, por su sigla en inglés), como Google, Apple e Intel, a participar en una feroz carrera por desarrollar productos con características autónomas, por ejemplo, los vehículos autónomos.

¿Qué industrias y disciplinas convergen y colaboran en el diseño y la fabricación de vehículos autónomos?

Principalmente, las empresas de ICT que desarrollan tecnologías de hardware y software para sistemas autónomos y, de manera secundaria, los fabricantes de automóviles. En cuanto a las disciplinas, mencionaríamos la computación y la IA, junto con la matemática aplicada y la ingeniería eléctrica.

En su opinión, ¿cuáles son los desafíos y problemas principales que surgen en el avance de la fabricación de vehículos autónomos confiables?

El desafío principal es garantizar la fiabilidad de los sistemas autónomos. Desafortunadamente, las técnicas de aprendizaje automático son empíricas y no tienen antecedentes teóricos que permitan la previsibilidad. Por lo general, para los sistemas críticos, necesitamos evidencia concluyente que pueda aplicar para afrontar cualquier tipo de contratiempo. Esto solo se puede lograr cuando tenemos una representación modelo de su comportamiento. Desafortunadamente, con los sistemas de aprendizaje automático, lo mejor que podemos hacer es probarlos tanto como sea posible.

Usted señaló que actualmente no hay consenso sobre el concepto de sistema autónomo. ¿Podría explicar cuál es su definición de sistema autónomo y cuáles son las características principales que este tipo de tecnología debería tener?

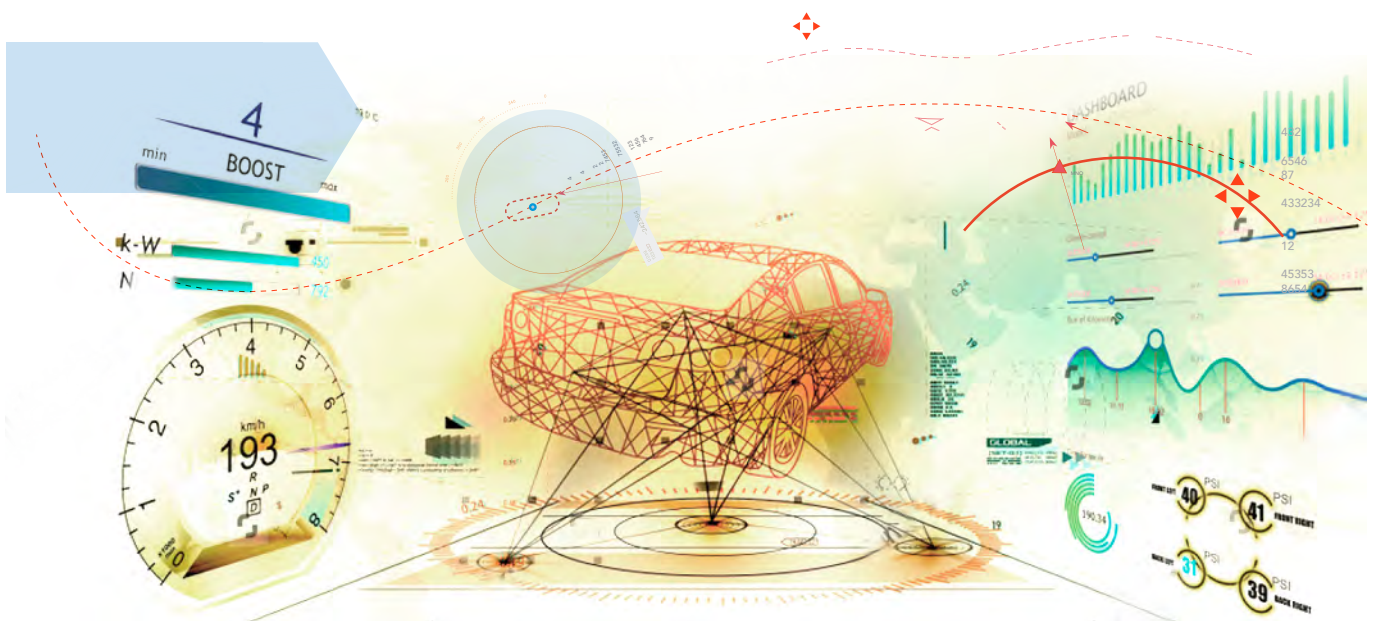
La autonomía es la capacidad para alcanzar un conjunto de objetivos coordinados por cuenta propia (sin intervención humana), adaptándose a las variaciones del entorno. Es un tipo de inteligencia ampliada que no se puede alcanzar sin el uso extensivo de técnicas de IA. No obstante, crear sistemas autónomos óptimos y confiables está mucho más allá de los desafíos actuales de la IA. Hay grandes diferencias entre un vehículo autónomo y un sistema inteligente que pueda vencer a un humano en un juego. Las reglas del juego son bien conocidas. La percepción de la situación requerida es estática y fácil de implementar. Por el contrario, los sistemas autónomos necesitan manifestar cierta inteligencia general para reemplazar a los humanos. Esto significa, en particular, que deben tener capacidad para adaptarse a entornos cambiantes, a “juegos” para los cuales las reglas no son conocidas.

Usted declaró que el debate en torno a los sistemas autónomos se ha enfocado principalmente en las técnicas de IA y de Aprendizaje Automático, y que otras cuestiones de diseño importantes han sido ignoradas. ¿Cuáles son las consecuencias de trabajar con este abordaje?

Sin duda, las técnicas de IA y de aprendizaje automático son cruciales para el desarrollo de los sistemas autónomos. Sin embargo, para construir sistemas autónomos, necesitamos distintos componentes comunes de hardware y software. Es importante que estos componentes, así como el diseño general del sistema, sean los correctos. Si están fallados, entonces la inteligencia del sistema no sirve de mucho. En otras palabras, la tecnología de IA no ayuda a programar software correctamente. Para eso se necesitan ingenieros competentes y creativos.

Actualmente no hay certificaciones de seguridad independientes para sistemas y vehículos autónomos. ¿Cuál es la importancia de tener este tipo de estándares?

Los estándares actuales para los sistemas críticos automatizados no se pueden aplicar a los sistemas autónomos por razones que ya he explicado. Los estándares requieren garantías que no son técnicamente posibles para las técnicas de IA. En mi opinión, es muy importante tener estándares para sistemas autónomos. Actualmente, la mayoría de los artefactos y productos tienen certificaciones de instituciones independientes. Por ejemplo, hasta los dispositivos simples, como las tostadoras, tienen certificaciones: si se las utiliza adecuadamente, está garantizado que no son mortales. Los estándares son muy importantes para proteger a los consumidores contra el abuso de los fabricantes. Desafortunadamente, los automóviles con características autónomas de hoy en día están certificados por los mismos fabricantes, quienes asumen la responsabilidad legal en caso de un contratiempo.

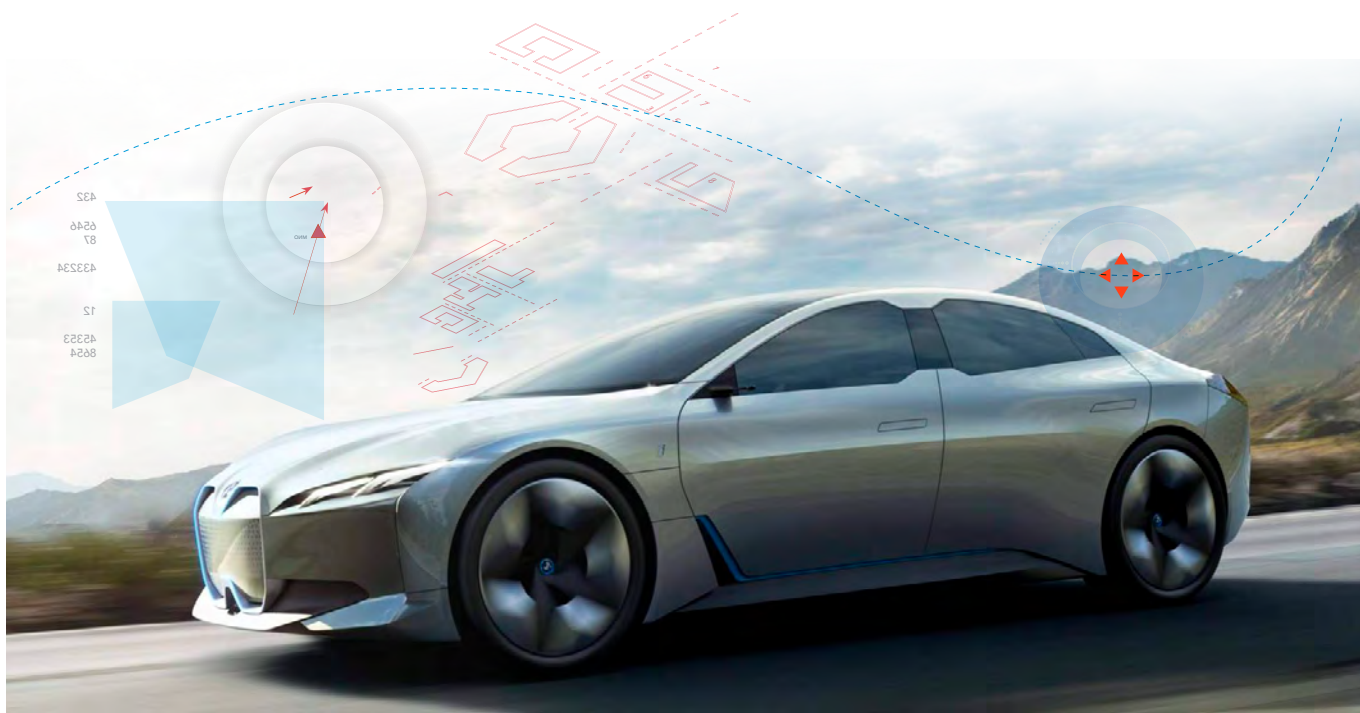


LA GRAN TRANSFORMACIÓN

El mercado tradicional comenzó su carrera hacia los vehículos autónomos. Las alianzas con empresas de tecnología, el sector académico y la inversión en I+D son las principales estrategias. Cómo se preparan Ford, GM, Toyota y Scania.

La industria automotriz transita un escenario de cambio con la adopción de nuevas tecnologías, como la electrificación de vehículos, la conectividad, los modelos de car sharing y el consumo de servicios y contenidos digitales a bordo, que modifica su cadena de valor. La carrera hacia los vehículos autónomos (VA), además, amplía la necesidad de establecer alianzas entre competidores globales, integrarse con proveedores de hardware, software y comunicaciones, colaborar con el sector académico, y desplegar ambiciosas estrategias de Investigación y Desarrollo (I+D) (1).

“Si bien hay poca evidencia de progreso hacia el lanzamiento de vehículos totalmente autónomos en términos de tamaño de flota, los indicadores de medición tecnológica muestran un mayor crecimiento en los desarrollos –señala un informe de la consultora Roland Berger-. Las inversiones de capital de riesgo en servicios de movilidad e Inteligencia Artificial (IA) aumentaron casi un 50% a US\$ 25.000 millones en el último año, y el número de patentes tuvo un sólido incremento. También hubo un fuerte aumento del staff de investigadores que trabajan en sectores de movilidad (27% en el año pasado) y un repunte en las actividades anunciadas por los fabricantes, incluida la introducción de automóviles altamente automatizados (SAE Nivel 4).” (2)



1 / Conexión Intal 2018. <http://conexionintal.iadb.org/2018/01/29/la-transformacion-esta-camino/>

2 / Roland Berger. *Automotive Disruption Radar Issue #4*.

La consultora destaca el protagonismo de China. “La estandarización de pautas y la apertura a los test de VA significan que el país se está convirtiendo en un banco de pruebas y en un importante mercado potencial para los grandes fabricantes extranjeros: Daimler y BMW obtuvieron recientemente permisos para probar vehículos autónomos en las calles de Beijing y Shanghai respectivamente”. Los jugadores tecnológicos de China, además, están firmando acuerdos con las automotrices: BMW ocupó un lugar en el ‘board’ de la plataforma de conducción autónoma de Baidu; Audi suscribió un acuerdo de entendimiento con Huawei para cooperación estratégica en tecnologías autónomas y conectadas, y Daimler anunció la profundización de su asociación con Baidu y la incorporación de los servicios conectados de esa empresa en su sistema de información y entretenimiento MBUX, enumera –entre otros hitos- Roland Berger.

Señal de Largada

La fabricante Ford brindó detalles de su próximo lanzamiento: introducirá en 2021 su primer VA, que estará diseñado para operar sin nafta, pedales de freno y volante de dirección, pero advirtió que será utilizado como servicio de transporte “dentro de un área específicamente definida de una ciudad y solo cuando el clima sea lo suficientemente bueno para que los sensores funcionen correctamente” (3). Estos vehículos no estarán disponibles para la comercialización minorista, ya que como primer paso se utilizarán en servicios de movilidad, como flotas para el transporte destinado al comercio de mercancías y de pasajeros. “Durante los próximos tres años, tendremos flotas crecientes de vehículos de prueba en varias ciudades”, precisó Ford, cuyas pruebas de VA hoy tienen lugar en Miami, Pittsburgh y Dearborn, Estados Unidos. La compañía, cuyo concepto de VA se ajusta a la definición SAE Nivel 4, anunció inversiones por US\$ 4.000 millones hasta 2023 para desarrollar esta tecnología.

La visión de General Motors en este campo es la de un futuro con “cero choques, cero emisiones y cero congestiones” de tráfico (4). Ante la consulta de BID-INTAL sobre su estrategia de VA, en la firma precisaron: “Creemos que la tecnología de auto-conducción desempeñará un papel clave a través de los enormes beneficios potenciales que tiene para la sociedad en forma de mayor seguridad y acceso al transporte. La seguridad está en el centro de todos los esfuerzos de desarrollo de tecnología avanzada, incluidos los vehículos autónomos. Nuestros planes actuales son desplegar autos totalmente automáticos; primero en un entorno de viaje compartido urbano, pero solo cuando estemos convencidos de que es seguro hacerlo”.

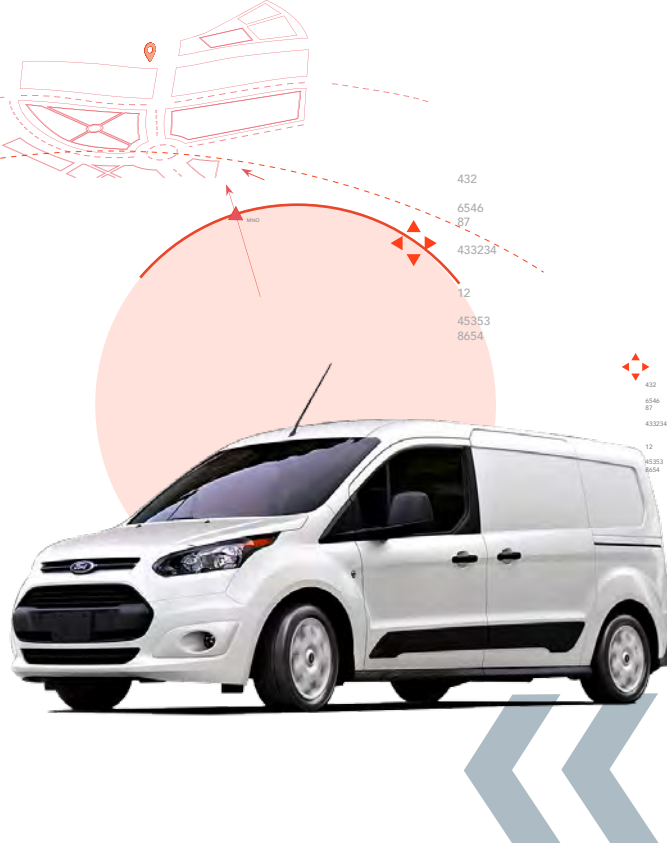
La empresa de tecnología Cruise Automation –que GM adquirió en 2016 para llevar adelante su estrategia de movilidad autónoma- está probando vehículos en San Francisco y Arizona, Estados Unidos. En el marco de este proyecto, GM está invirtiendo US\$ 14 millones en una instalación de I+D en San Francisco, que incluye expandir la fuerza laboral a 1.100 empleados (5).

3 / Comunicado de Ford: http://media.ford.com/content/dam/fordmedia/pdf/Ford_AV_LLC_FINAL_HR_2.pdf

4 / Comunicado de GM: <http://www.gm.com/content/dam/gm/company/docs/us/en/gmcom/gmsafetyreport.pdf>

5 / Comunicado Cruise Automation: <http://getcruise.com/faq>

El camino hacia los VA también conduce a establecer asociaciones estratégicas entre competidores. A principios de año, Ford y la automotriz alemana Volkswagen firmaron una alianza para fabricar camiones de tamaño medio y camionetas comerciales para abastecer al mercado global a partir de 2023. El acuerdo entre ambas implica “la exploración de una potencial colaboración en vehículos eléctricos, vehículos autónomos y servicios de movilidad (6)



Aliados para innovar

La inserción de las automotrices tradicionales en el mercado de tecnología da cuenta del cambio estructural que experimenta el sector. La japonesa Toyota, que ocupa el puesto 10 entre las empresas que más invierten en I&D con un presupuesto anual cercano a los US\$ 880.000 millones, creó el Toyota Institute Research (TRI) y estableció alianzas con el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), la Universidad de Stanford y la Universidad de Michigan para desarrollar investigación en soluciones y dispositivos de conducción autónoma a través de IA, robótica, nuevos materiales y experiencia de usuario (7). Su línea de trabajo aborda las capacidades del sistema de conducción automatizado, las destrezas del conductor humano y las dificultades que plantea el entorno de manejo. El brazo financiero del TRI, Toyota AI Ventures, realizó inversiones en las empresas de tecnología Nauto –basada en Silicon Valley, provee dispositivos que monitorean a los conductores y el entorno para prevenir colisiones- y SLAMCore –de algoritmos avanzados para construir mapas del entorno y posicionamiento-.

Otra pieza de su diversificación a la tecnología y los servicios, es la creación –en 2016- de Toyota Conected, una plataforma en la nube que analiza y almacena los datos provenientes de autos y del tráfico. Y también lleva adelante proyectos en materia de dispositivos de seguridad con el MIT, Virginia Tech, la Universidad de San Diego California y la Universidad de Iowa.

“A principios de 2020 algunos de nuestros autos estarán equipados con tecnología para facilitar la conducción automática supervisada por el conductor en autopistas. Este sistema evaluará la condiciones del tráfico, tomará decisiones y actuará durante el manejo en la autopista”, informó la empresa (8). Toyota también advierte que el impacto de la conducción autónoma incluye “nuevos modelos de negocios y nuevas categorías de productos, desde plataformas de servicios de movilidad hasta soluciones de robótica personal”.

6 / Comunicado Volkswagen: <http://www.volkswagen-newsroom.com/en/press-releases/volkswagen-ag-and-ford-motor-company-launch-global-alliance-4568>

7 / “Vehículos autónomos. La seguridad como máximo objetivo”, Algoritmolandia, INTAL-BID, Buenos Aires, 2018.

8 / http://d2ozruf16a8he.cloudfront.net/24/72454185dbfe5380499dc73f72f268c7d1da4196/PDFToyota_AutomatedVehicles_2.2.pdf

Ford –que en 2015 fundó en Silicon Valley su Centro de Investigación e Innovación (9), es el principal inversor y cliente de ArgoAI (10), la empresa que fabrica los sistemas de conducción autónoma que usarán los primeros VA de la automotriz. El año pasado también se anunció la alianza entre Ford y Autonomic para crear la plataforma abierta “Transportation Mobility Cloud” (11), sobre la cual las ciudades podrán desarrollar comunicaciones de infraestructura, incluidos los semáforos conectados y sitios de estacionamiento. Además, Ford invirtió en ClimaCell (12), una firma que provee información climática localizada y de corto plazo para autos conectados y vehículos aéreos.

Lo cierto es que la marcha desde la industria tradicional hacia los vehículos conectados sin duda será más pausada que lo previsto, teniendo en cuenta los elevados desembolsos de inversión en I+D que se demandan, el cada vez más tenue límite que separa a los bienes de los servicios, los exigentes requerimientos de seguridad, la actualización tecnológica y el complejo ensamble de alianzas que se establecen a nivel global entre los proveedores de la industria.

“En el futuro cercano, la conducción totalmente autónoma será en áreas definidas”

Entrevista a Gunnar Tornmalm, responsable de Predesarrollo e Investigación de Scania Technical

El fabricante de camiones Scania está comenzando a realizar las pruebas de una nueva generación de sistemas de vehículos autónomos en las operaciones de la minera Rio Tinto, en Australia. Este año, también inició las pruebas de buses autónomos para transporte público en las calles de Estocolmo, Suecia. En diálogo con BID-INTAL, uno de los ejecutivos de la firma amplía la visión de la compañía en este mercado. Se espera que el empleo de drones como transportes aéreos permita incrementar hasta en un 50% el diagnóstico de enfermedades infecciosas, así como reducir tiempos, costos y riesgos en el traslado de insumos médicos entre zonas remotas y los hospitales de la provincia, mejorando la calidad de vida de los más de 200.000 habitantes de dichas zonas.

9 / <http://media.ford.com/content/fordmedia/fsa/ar/es/news/2015/01/23/ford-inauguro-centro-de-investigacion-e-innovacion-en-silicon-va.html>
10 / <http://media.ford.com/content/fordmedia/fsa/ar/es/news/2017/02/16/ford-invertira-en-argo-ai-una-nueva-empresa-de-inteligencia-art.html>
11 / <http://media.ford.com/content/fordmedia/fsa/ar/es/news/2018/01/30/ford-continua-evolucionando-en-movilidad-adquiere-autonomic-y-t.html>
12 / <http://www.mediaab.ford.com/content/fordmedia/fna/us/en/news/2018/10/04/climacell-raises-45-million-to-map-all-of-the-worlds-microweath>

¿Cuál es la estrategia de Scania en vehículos autónomos?

Vemos la conducción totalmente autónoma, para seguir creciendo el futuro cercano, solo en áreas definidas y en los sistemas de asistencia al conductor.

¿Cuáles son los proveedores de tecnología que están colaborando con Scania para desarrollar camiones autónomos?

No quiero especificar ningún nombre, pero estamos colaborando con la academia y con proveedores de sensores como cámaras, radares y Lidar. Scania también se beneficia de los recursos disponibles como miembro del Grupo Volkswagen y del Grupo TRATON.

¿Qué tipo de tecnología, funcionalidad y nivel de autonomía incorporan los camiones autónomos de Scania?

Son camiones con un Nivel 4 de autonomía: vehículos que pueden conducir de forma autónoma en una red de carreteras cerradas. La misión de este tipo de vehículos, así como la priorización en relación con otros vehículos y tareas, se controla desde un centro de gestión logística. Tenga en cuenta que nuestros vehículos autónomos están en desarrollo y solo están disponibles para la prueba de manejo.

Bajo este modelo, ¿cuáles son las tareas que, se espera, debe realizar el conductor del vehículo?

Los vehículos son sin conductor. El personal está en la “torre de control” y le asigna al sistema tareas, por ejemplo, llevar “200 toneladas de piedra de A hacia B”. Así, el sistema selecciona los vehículos adecuados para la asignación y comienza la actividad.

¿A qué sectores de actividad económica se dirige este servicio de Scania?

Como se dijo, vemos la conducción totalmente autónoma para el futuro cercano solo en áreas definidas, como en minería y terminales portuarias. Para el transporte público, aparecerá por primera vez en carriles de autobuses dedicados.

¿Cuáles son los beneficios operativos, económicos y de comercio exterior que la tecnología de vehículos autónomos brinda a las empresas usuarias?

Menores costos de reparación y mantenimiento debido a menos accidentes; mayor utilización de vehículos debido a la extensión de las horas de operación, y menor consumo de combustible gracias a la conducción optimizada. Y cuando el vehículo es completamente autónomo, se registra un significativo menor costo del conductor.

EL SUELO DIGITAL

El uso del transporte autónomo tiene una alta incidencia en las explotaciones mineras para mejorar la seguridad, precisión y productividad. Los casos de las empresas Rio Tinto y Codelco.

La actividad minera, cuyas operaciones se desarrollan en sistemas cerrados, alejados geográficamente y donde los vehículos que allí circulan no necesitan interactuar con las personas, comenzó a utilizar tempranamente –diez años atrás– las primeras aplicaciones de transporte autónomo para cargar, descargar y conducir la materia prima hasta las plantas de procesamiento, puertos o centros de distribución.

En 2008, la empresa Rio Tinto trazó su estrategia dirigida hacia la “mina del futuro”, que incluyó un impulso a la automatización y el uso del transporte autónomo, con el objetivo de “mejorar la seguridad, la productividad y el impacto ambiental”, según explicó a BID-INTAL la compañía australiana que, por entonces, también enfrentaba escasez de trabajadores. “La automatización de equipos móviles aumenta en gran medida la seguridad de nuestra gente -fundamentaron en Rio Tinto-. Eliminamos la exposición directa de las personas al funcionamiento de los equipos, y el mayor número de controles y sensores reduce la probabilidad de colisión en las áreas operativas autónomas.”

En el yacimiento de extracción de hierro ubicado en la región de Pilbara, en Australia Occidental, la empresa tiene la mayor flota de camiones sin conductor de la industria minera, integrada por más de cien camiones autónomos, llamada Sistema Autónomo de Transporte (AHS). “Tenemos planes de expandir la flota a unos 165 camiones para fines de este año”, revelaron. También en Pilbara, Rio Tinto estableció la primera red ferroviaria automatizada de larga distancia, llamada AutoHaul, cuya implementación comenzó en julio de 2018 y finalizó en enero de este año. Como parte de estas operaciones, Rio Tinto tiene unas 200 locomotoras que operan en 1.700 kilómetros de vías. Cada tren autónomo tiene 2,4 kilómetros de largo, comprende dos o tres locomotoras y cuenta con 240 vagones para la carga de mineral. Desde un centro de operaciones ubicado en Perth, a más de 1.500 kilómetros de distancia, se supervisan en forma remota los trenes y camiones automatizados, y los equipos de perforación también automatizados. Para el caso de AHS, los principales proveedores son los fabricantes de camiones originales y los sistemas autónomos de Komatsu y Caterpillar, cuya tecnología se integra.

La actividad minera, cuyas operaciones se desarrollan en sistemas cerrados, alejados geográficamente y donde los vehículos que allí circulan no necesitan interactuar con las personas, comenzó a utilizar tempranamente –diez años atrás– las primeras aplicaciones de transporte autónomo para cargar, descargar y conducir la materia prima hasta las plantas de procesamiento, puertos o centros de distribución.



También hace diez años, la minera chilena Codelco comenzó a incorporar camiones autónomos y semiautónomos para la carga y transporte de materiales en sus yacimientos subterráneos y a cielo abierto. Los objetivos de implementar estas herramientas fueron ganar productividad, disminuir los errores humanos y mejorar la seguridad, “ya que fue posible sacar a la gente de las operaciones en la ‘línea de fuego’ y así minimizar la exposición al riesgo y reducir accidentes”, cuenta Sebastián Carmona, gerente Corporativo de Innovación y Tecnología de Codelco. Actualmente, la firma posee 18 camiones autónomos (Komatsu, modelo 930E-4 serie) que funcionan en la mina de cobre a cielo abierto Gabriela Mistral, y dos equipos semiautónomos que operan en la mina de cobre El Teniente. Para el futuro, Codelco prevé seguir sumando esta tecnología a sus yacimientos, como el actual proyecto que tiene lugar en la mina Chuquicamata. Los camiones, que son operados en forma remota desde un centro de control, se comunican mediante redes tipo mesh y fibra óptica.

El ejecutivo de Codelco cuenta cuáles son los beneficios de usar vehículos autónomos. “Funcionan de manera más optimizada y confiable –afirma–; al tener una computadora a bordo y sensores pueden captar una serie de variables, como el peso, la velocidad, el estado de los caminos o su ubicación con respecto a otros vehículos del mismo tipo, lo que les permite funcionar con mayor eficiencia y maximizar la relación entre los camiones de la flota que opera la mina.” Las máquinas –sin conductor, son controladas y manipuladas a distancia por un operador humano a 100 kilómetros– se ocupan de recoger, transportar y descargar el material de la mina.

¿Por qué el sector minero ha sido receptivo a la utilización de esta tecnología? “La minería es un ambiente disciplinado, estructurado, los sistemas están aislados y se pueden operar de manera remota”, responde Carmona. “En un yacimiento minero no hay muchas interferencias o incertidumbre; son entornos aislados y muy controlados, a diferencia de lo que puede ocurrirle a un camión que circula en una ruta donde se enfrenta con distintos escenarios y cambios. Estas condiciones propias de la minería, junto con el conocimiento y dominio de la operación de la mina, son elementos adecuados para iniciar un proceso de automatización.” Las empresas consultadas destacaron las ganancias productividad. “Los camiones automatizados tienen una tasa de utilización un 11% más alta que nuestros camiones tripulados”, afirmaron en Rio Tinto. Por su parte, la red ferroviaria autónoma AutoHaul puede realizar una mayor cantidad de viajes. “En un viaje típico desde la mina al puerto ida y vuelta, los trenes tripulados deben detenerse tres veces para cambiar de conductor –explican–. Esto suma más de una hora de parada del tren, sin incluir el tiempo requerido para reducir la velocidad y reiniciar los trenes que cargan 33.000 toneladas.”

Al momento de adoptar una solución de transporte autónomo, es preciso tener en cuenta varios elementos. “Los desafíos incluyen asegurarse que los equipos automatizados puedan operar de manera segura en la amplia gama de condiciones experimentadas en Pilbara”, destacan en Rio Tinto. Para la red ferroviaria AutoHaul, en tanto, “hemos tenido que resolver problemas complejos para que la amplia gama de sistemas especializados que son necesarios en una locomotora funcionen a la perfección”. En cuanto a los recursos humanos, “estamos brindando oportunidades para que nuestra gente desarrolle nuevas habilidades vinculadas a la tecnología de operaciones, análisis de datos, informática y comunicaciones.”

En Codelco destacaron que, antes de implementar estos sistemas, “es preciso replantear las operaciones y la planificación del yacimiento, ya que no se trata sólo de un proyecto de tecnología, sino que involucra una readecuación de la mina”, explicó Carmona. También destacó la importancia de hacer gestión del cambio con las personas y del modelo de negocios. “Se requiere el liderazgo de la gerencia general, que debe estar convencida del proyecto.”

De las canteras al puerto

La automotriz Volvo incursiona en el segmento de transporte autónomo para la minería.

La automotriz Volvo provee soluciones de transporte autónomo. Para ello, la empresa está dividiendo este negocio en dos sub-sectores: “caminos públicos” y “áreas confinadas”. Este último caso -donde se destaca la oferta para operaciones mineras y portuarias- involucra “a las áreas cerradas con un sistema de tráfico menos complejo y a menudo también con una velocidad más baja”, explicó Sasko Cuklev, director de Customer Solutions & New Concepts de Volvo Trucks. “Aquí es donde creemos que comenzará, o ya ha comenzado, a insertarse la tecnología de transporte autónomo”, agregó.

En noviembre pasado, Volvo firmó un acuerdo para realizar las primeras pruebas destinadas a brindar su servicio para la mina noruega Brønnøy, que consiste en seis camiones autónomos que transportan piedra caliza desde una mina a cielo abierto hasta la planta donde se tritura el material, ubicada a cinco kilómetros. El recorrido de los camiones Volvo –que no tienen conductor humano y son gestionados en forma remota – se realiza en ambientes exteriores y en túneles. El servicio estará funcionando plenamente a finales de 2019. Allí, “proveemos camiones Volvo modelo FH16 que están equipados con un sistema de conducción autónomo que incluye software, sensores, cámaras y radares, entre otros dispositivos”, detalló el ejecutivo. “En Brønnøy, ofrecemos una solución de transporte completa capaz de entregar una cierta capacidad de material a pedido, que se puede aumentar o reducir según sea necesario.” Según Cuklev, los beneficios que brindan este tipo de vehículos al sector minero son “una mayor competitividad en un mercado global difícil gracias a la mayor eficiencia, productividad y flexibilidad”.



“Los vehículos automatizados se desplegarán gradualmente”

Entrevista a Huei Peng, director de Mcity, Universidad de Michigan.
Cómo trabaja la asociación público-privada que se dedica a la investigación y desarrollo de nuevas soluciones de movilidad.

La multiplicidad de tecnologías y la complejidad de los aspectos legales, sociales y de seguridad involucrados en el desarrollo de vehículos autónomos motiva la creación de asociaciones público-privadas que puedan abordar todas las cuestiones que están vinculadas a las nuevas soluciones de movilidad. Una de ellas es Mcity, que integrada por la Universidad de Michigan, el Departamento Federal de Transporte, la ciudad de Ann Arbor, la Corporación de Desarrollo Económico de Michigan, el Departamento federal de Energía y 59 empresas privadas de distintos sectores -entre las que se destacan Toyota, Ford, LG, Verizon, GM y Honda- se creó en 2014 con el objetivo de llevar adelante proyectos de investigación y desarrollo (I+D), educación, capacitación y pruebas en el área de vehículos conectados y autónomos. Esta alianza, que tiene más de 100 estudiantes involucrados en sus actividades y ha invertido US\$ 26 millones en I+D-, hoy tiene 21 proyectos en curso.

En diálogo con BID-INTAL, el director de Mcity, Huei Peng, cuenta cuáles son las principales líneas de trabajo de esta iniciativa y los desafíos que plantea la implementación de vehículos autónomos. Doctor en ingeniería mecánica por la Universidad de Berkeley y docente en la Universidad de Michigan y la Universidad Tsinghua, en China, Peng ha trabajado en automatización y dinámica de vehículos, y diseño y evaluación de sistemas de seguridad. Participó como investigador principal en más de cincuenta proyectos de investigación, tiene más de 240 publicaciones técnicas y es autor de cuatro libros.

¿Cuáles son los principales temas de I+D que lleva adelante Mcity?

La misión de Mcity es avanzar en el desarrollo y despliegue de vehículos conectados y automatizados (CAV) para beneficiar a la sociedad. Nuestro trabajo se centra en cuatro áreas clave: seguridad, eficiencia, accesibilidad y viabilidad comercial y económica. Dentro de este enfoque, la investigación que financiamos explora distintos aspectos: big data; tecnología conectada y automatizada; entorno de vehículos conectados; ciberseguridad; factores humanos; marco legal, responsabilidad civil y seguros; entorno; simulación y pruebas; implementación de modelos de negocio, y políticas públicas.

Mcity involucra al gobierno, sectores de la industria y la academia. ¿Cuál es el valor de un modelo de asociación público-privada para trabajar en temas de vehículos autónomos? ¿Qué contribución realiza cada parte?

La asociación público-privada que Mcity ha creado con la industria, el gobierno y la comunidad de investigación académica está trabajando con éxito para abordar cuestiones que ninguna empresa o industria puede resolver de manera efectiva por sí sola. Cada actor tiene un papel importante. El Gobierno desarrolla normativas y políticas relacionadas con los CAVs; de esta manera, Mcity ayuda a informar a la política pública al compartir lo que aprendemos a través de nuestro trabajo con funcionarios gubernamentales en todos los niveles. Nuestros socios de la industria, por su parte, representan una amplia gama de sectores de actividad que se comprometen a asumir un papel de liderazgo en el futuro de la movilidad. En Mcity, ellos pueden colaborar en un entorno abierto, mutuamente beneficioso y precompetitivo. Los socios de la industria, además, ayudan a seleccionar los proyectos que financia Mcity. Por último, los investigadores de la Universidad de Michigan exploran una variedad de preguntas que se incluyen en las áreas y temas de investigación.

Según su visión, ¿qué tan cerca estamos de tener vehículos totalmente automatizados?

Los vehículos sin conductor ya están en la calle en un número limitado a través de iniciativas como los servicios de taxi sin conductor operados por Uber y Waymo. Y varios fabricantes de automóviles han anunciado planes para poner automóviles sin conductor en circulación, de alguna manera, en los próximos años. En general, sin embargo, esperamos ver que los vehículos completamente automatizados se desplieguen gradualmente, tal vez comenzando con flotas comerciales, como camiones de carga y servicios de transporte en parques de atracciones, aeropuertos y campus universitarios. Probablemente pasará algún tiempo antes de que los vehículos completamente automatizados se vendan en el mercado masivo al consumidor promedio. Mientras tanto, las tecnologías de asistencia al conductor ya están disponibles para ayudar a las personas a estacionar, mantenerse en el carril correcto, a mantener una distancia segura del vehículo principal y poder ver qué hay en su punto ciego, entre otras cosas. Más y más funciones automatizadas están siendo probadas y disponibles en nuevos vehículos.

¿Qué tan relevante es el estudio del comportamiento de los usuarios y peatones en el desarrollo de vehículos autónomos?

Estudiar el comportamiento de los usuarios y peatones es fundamental para desarrollar CAVs. Con el proyecto de investigación Mcity Driverless Shuttle, un vehículo que transporta a los miembros de la comunidad de la Universidad de Michigan en una ruta establecida alrededor del Complejo de Investigación North Campus, estamos estudiando de qué manera los pasajeros, peatones, ciclistas y otros conductores interactúan con el vehículo como una manera de calibrar la aceptación del consumidor hacia esta tecnología. Es que si los usuarios no confían en los vehículos automatizados y temen usarlos, no será posible concretar todos los beneficios esperados.

En el desarrollo de vehículos autónomos, ¿cuál es la importancia de salir de las condiciones de prueba controladas para experimentar la tecnología en entornos no estructurados y reales?

El Mcity Test Facility está diseñado para soportar pruebas rigurosas y repetibles de nuevas tecnologías en un entorno seguro y controlado que imita las condiciones del mundo real. Las pruebas en instalaciones controladas, como las que hacemos en Mcity y los tests mediante simulación, son esenciales para demostrar que un vehículo sin conductor es lo suficientemente seguro como para trasladar estas pruebas a las calles y autopistas públicas. Los tres enfoques son necesarios para garantizar que los CAV puedan navegar de manera segura en las carreteras públicas, especialmente en situaciones impredecibles que involucren a otros en las calles, incluidos peatones, ciclistas y otros conductores.

¿Cuáles son los principales aspectos regulatorios y legales relacionados con esta tecnología?

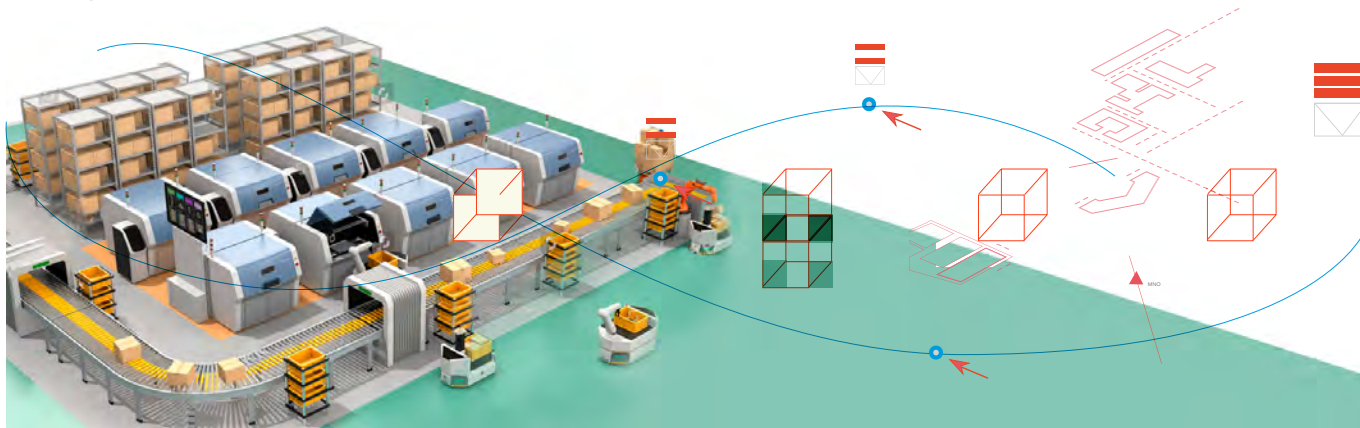
Los problemas regulatorios incluyen el establecimiento de normas federales para las comunicaciones de vehículo a vehículo (V2V). Los problemas legales y de seguros, por su parte, incluyen cuestiones sobre quién es responsable en caso de accidentes con vehículos avanzados y qué cobertura de seguro será necesaria. El grupo de trabajo de Mcity que aborda los asuntos regulatorios, la responsabilidad y la cobertura de seguros está dedicado a identificar y comprender los desafíos legales que presentan los CAV.

ESPACIOS A DEMANDA

El uso de vehículos autónomos promete reducir los costos y plazos de entrega en el sector de logística y abastecimiento.

Por ser un sector con elevado nivel de automatización y operaciones que se desarrollan en ambientes altamente estructurados, el segmento de logística y abastecimiento se destaca entre los más permeables a la adopción de aplicaciones de vehículos autónomos (VA). Aunque ya cuenta con algunas soluciones de estas características, según el Radar de Tendencias en Logística que elabora DHL, los VA tendrán un “alto impacto” en los próximos cinco años. “Con los avances tecnológicos en inteligencia artificial (IA) y las crecientes inversiones en el desarrollo de sensores y tecnologías de visión, los VA pronto transformarán fundamentalmente la forma en que (estos dispositivos) se ensamblan, operan, se utilizan y dan servicio. Desde los camiones hasta los robots de última milla, los vehículos que conducen por sí mismos transformarán la logística al habilitar nuevos estándares de seguridad, eficiencia y calidad”, destaca el informe de DHL (1).

Una visión similar comparte la consultora PwC, según la cual “dentro de unos pocos años, el transporte y la logística serán un ecosistema de VA dirigidos por una cadena de suministro digitalizada, que combinará camiones de carga sin conductor e inalámbricos con centros de entrega robotizados” (2). Este modelo de cadena de abastecimiento automatizada e integrada con las líneas de montaje fabriles, consigna PwC, puede disminuir en un 40% los plazos de entrega de los productos y, para el año 2030, reducir en un 47% los costos de logística de camiones, principalmente debido a la baja en los costos laborales por la baja del empleo de conductores. Este cambio en los procesos de transporte y entrega repercutirán en el comercio. “El impacto de los vehículos autónomos en el comercio internacional es y será múltiple”, reflexiona Julian Broecheler, gerente de Proyecto del área Robotics Accelerator en DHL Customer Solutions & Innovation, consultado por INTAL-BID. “Hoy ya vemos vehículos automáticos en operaciones diarias para aplicaciones de intra-logística (dentro del almacén), como el transporte punto a punto o para trabajos más sofisticados como es el soporte a los preparadores de pedidos. Una adopción más extensa y las implementaciones a gran escala aún están por llegar, pero técnicamente el hardware está disponible”, completa.



1 / “Logistics Trend Radar”, Versión 2018/19, DHL. <http://www.logistics.dhl/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/glo-core-trend-radar-widescreen.pdf>. html

2 / “The era of digitized trucking. Charting your transformation to a new business model”, PwC, 2018. <http://www.strategyand.pwc.com/media/file/The-era-of-digitized-trucking-charting-your-transformation.pdf>

Para el especialista aún es prematuro pensar en una adopción de flotas totalmente autónomas en espacios abiertos. “Creo que habrá tecnologías ‘puente’, como los sistemas avanzados de asistencia al conductor –anticipa-. Entre estas tecnologías, se encuentra el llamado ‘pelotón’ (grupo de vehículos conectados que circula de manera sincronizada y autónoma tras una unidad que actúa como guía) y la teleoperación y el control remoto de vehículos. También es posible imaginar que la infraestructura de carriles, calles, autopistas y distritos solo sea accesible para vehículos autónomos; pero esto sólo sería como casos de uso para mercados de nicho.”

Un estudio de la consultora Roland Berger ⁽³⁾ estima que para el año 2020 estarán en circulación los camiones con automatización parcial (SAE nivel 2), mientras que en 2022 estarán disponibles las unidades con automatización condicional (SAE nivel 3). Más adelante, hacia el año 2025, se lanzarán los camiones con elevada automatización (SAE nivel 4) y, por último, recién a partir de 2025 la automatización total (SAE nivel 5) podría ser realidad. Según Stephan Keese, socio Senior de Roland Berger consultado por BID-INTAL, “para el caso del transporte de mercancías, los beneficios de costos absolutos impulsarán la introducción de VA tan pronto como la tecnología esté lista. Debido a la escala, el sector de transporte de mercancías en carretera (camiones) probablemente estará a la vanguardia en las tasas de la adopción de la conducción autónoma, junto con la autonomía de las aplicaciones de almacenamiento. Los barcos, aviones y trenes probablemente experimentarán solo una automatización parcial en el futuro inmediato.”

El especialista de Roland Berger destaca la mayor posibilidad de integrar los procesos de logística y producción. “La creciente agilidad de fabricación soportada por la industria 4.0 se alinea bien con los nuevos modelos de negocios que ofrece la movilidad autónoma –amplía-. La transparencia de los datos que impulsa la movilidad de bienes autónomos (por ejemplo, para saber en qué momento se encuentra un camión o una carga) se puede utilizar para administrar mejor las cadenas de suministro en todo el mundo, reducir el inventario y liberar capital.”

Entre las aplicaciones que hoy están en uso se destacan aquellas destinadas a las operaciones de carga, descarga y transporte de productos dentro del espacio del depósito o almacén para aumentar la eficiencia general del proceso y elevar los estándares de seguridad. Un ejemplo es el vehículo inteligente Karis Pro –desarrollado en Alemania por el Instituto de Tecnología Karlsruhe y un consorcio de empresas- que puede funcionar de manera individual o mediante una flota de vehículos coordinada descentralizadamente. Otro ejemplo de transporte autónomo que opera dentro del depósito es el Open Shuttles, de la firma austríaca Knapp. En este caso, también se trata de un vehículo autónomo que navega de manera flexible dentro de un espacio para realizar los procesos de carga, traslado y descarga de productos.

Sin embargo, la generalización de las aplicaciones de VA en logística plantea numerosos desafíos. “Además de la madurez de la tecnología, es decir, un vehículo seguro y autónomo que cumpla con las regulaciones vigentes, el costo de la tecnología probablemente representará un factor limitante”, apunta el gerente de DHL. “Los obstáculos actuales incluyen altos costos de inversión inicial y una cierta aversión al riesgo de la industria debido a las partes críticas de las operaciones que estas tecnologías pretenden automatizar. Estos obstáculos desaparecerán en los próximos cinco años a medida que los dispositivos se vuelvan más baratos y las mejores prácticas convencerán a los usuarios más avanzados de adoptar estas tecnologías para seguir siendo competitivos.”

3 / “Shifting up a gear. Automatización, electrificación y digitalización en la industria del transporte”, Roland Berger, Septiembre 2018.

