

Sistemas Automotrices, Automatización Inteligente e Inteligencia Artificial: Aplicaciones, Desafíos y Oportunidades Automotive Systems, Intelligent Automation and Artificial Intelligence: Applications, Challenges and Opportunities

V. H. Baños-González ^a, C. Sánchez Calvillo 

^a Universidad Virtual del Estado de Guanajuato, 36400, Purísima de Bustos, Guanajuato, México.

Resumen

Durante la última década, la industria automotriz ha experimentado una transformación profunda, tanto en sus procesos de producción como en la evolución de sus sistemas y servicios. Esta transformación ha sido impulsada por tres pilares tecnológicos: los sistemas automotrices (SA), la automatización inteligente (AI) y la inteligencia artificial (IA), que actúan como habilitadores claves de las nuevas tecnologías del sector automotriz.

Este artículo presenta una revisión de literatura académica y técnica publicadas entre 2010 y 2024, enfocada en identificar las aplicaciones actuales de la IA en el ámbito automotriz, así como los principales retos y oportunidades que surgen de su integración con los SA y la IA. Se aplicaron criterios de inclusión priorizando fuentes revisadas por pares, así como estudios con aplicación directa en el sector automotriz, se excluyeron aquellos artículos sin validación empírica o con enfoque exclusivamente teórico.

Se discuten algoritmos más representativos utilizados en el sector automotriz, como redes neuronales y sistemas de aprendizaje automático, junto con sus implicaciones en términos de seguridad, eficiencia y sostenibilidad. Finalmente se destaca el avance en conjunto de los SA y la IA, y como depende estrechamente del desarrollo ético, robusto y seguro de la IA, así como el potencial transformador y como sigue siendo clave para la evolución de la sociedad tanto contemporánea como futura.

Palabras Clave: Sistemas Automotrices, Automatización Inteligente, Inteligencia Artificial, Internet del Todo, Ciudades Inteligentes, Sistemas Ciber Físicos.

Abstract

During the last decade, the automotive industry has experienced a deep transformation, both in its production processes and the evolution of its systems and services. This transformation has been driven by three technological pillars: Automotive systems (SA), Intelligent Automation (AI), and Artificial Intelligence (IA), which act as key enablers of the sector's emerging technologies.

This article presents a review of academic and technical literature published between 2010 and 2024, focused on identifying current applications of AI in the automotive field, as well as the main challenges and opportunities arising from its integration with SA and IA. Inclusion criteria prioritized peer-reviewed sources and studies with direct application in the automotive sector, while excluding articles lacking empirical validation or based solely on theoretical approaches.

The paper discusses the most representative algorithms used in the automotive industry, such as neural networks and machine learning systems, along with their implications in terms of safety, efficiency and sustainability. Finally, it highlights the joint progress of the SA, and the IA, and how it closely depends on the ethical, robust and secure development if IA, as well as its transformative potential, which continues to be key to the evolution of both contemporary and future society.

*Autor para la correspondencia: villafuerte@uaeh.edu.mx

Correo electrónico: vibanos@ueg.edu.mx (Victor Baños-Gonzalez), caroll.sanchez@gmail.com (Carolina Sánchez-Calvillo).

Historial del manuscrito: recibido el 30/06/2025, última versión-revisada recibida el 27/10/2025, aceptado el 08/02/2026, publicado el 25/03/2026. DOI: <https://doi.org/10.29057/icbi.v14iEspecial.15407>

Keywords: Automotive Systems, Intelligent Automation, Artificial Intelligence, Internet of Everything, Smart Cities, Cyber-physical Systems.

1. Introducción

En la última década la industria automotriz ha atravesado una profunda transformación, tanto en los procesos de producción como en la evolución de los sistemas y servicios integrados en los sistemas automotrices. Esta transformación ha sido impulsada por tres pilares tecnológicos: los sistemas automotrices (SA), la automatización inteligente (AI) y la inteligencia artificial (IA) que actúan como habilitadores de las nuevas tecnologías aplicadas en la industria automotriz (Lan et al., 2018 & Haufmann et al., 2017), ver Figura 1.

En este artículo estudiaremos la relación multifacética entre los SA, AI, y la IA en la industria automotriz, incluyendo una descripción general de las aplicaciones, desafíos y oportunidades clave para el desarrollo de la futura industria automotriz.

Los sistemas automotrices han evolucionado y progresado desde funciones básicas de asistencia al conductor hacia la actual búsqueda de automatización y autonomía totales, redefiniendo el concepto de movilidad y transportación inteligente (Dimitrakopoulos et al., 2010). En este proceso, los vehículos autónomos integran percepción del entorno y navegación con mínima intervención humana, mientras que la automatización inteligente incorpora aplicaciones de IA para optimizar diseño, manufactura y experiencia de usuario (Riener et al., 2022)

La IA desempeña un rol principal en esta evolución, al proporcionar capacidades de control, percepción y toma de decisiones que son esenciales para una eficiente y segura operación (Gyllenhammar et al., 2025). En el ámbito de la conducción autónoma destacan tecnologías como la visión por computadora, la fusión de sensores (como LiDAR, radares, cámaras), así como los algoritmos de detección y seguimiento de objetos (Muckenhber et al., 2021), los cuales permiten percibir un entorno con precisión a los vehículos, además de facilitar los algoritmos de IA, los procesos de toma de decisiones (planificación de trayectorias, clonación de comportamientos y aprendizaje por refuerzo), permitiendo la navegación en entornos dinámicos y complejos (Reda et al., 2024).

Los sistemas de control de los vehículos autónomos/semiautónomos se pueden optimizar con el uso de la Inteligencia Artificial y permiten ejecutar maniobras precisas garantizando su funcionamiento y operación segura. Otro aspecto que está siendo revolucionado por la IA son los sistemas avanzados de asistencia al conductor (ADAS) (Li et al., 2022 & Capitaine et al., 2023). Funcionalidades como el Control de Crucero Adaptativo (ACC), que ofrece una mayor predicción y operación, así como los sistemas de Asistencia de Mantenimiento de Carril (LKA) y Aviso de Cambio Involuntario de Carril (LDW) son beneficiados con una sólida habilidad de detección de carril. En el caso de los sistemas de frenado de emergencia automático (AEB) se mejoran con el uso de algoritmos de reconocimiento de avanzado de objetos y la detección de peatones, así como los sistemas de ayuda al

aparcamiento basados en IA hacen sencillo el realizar maniobras en espacios reducidos (Wang et al., 2024).

La influencia de la IA permea también en el interior de la cabina, donde los sistemas de monitoreo y control al conductor tienen la capacidad de detectar la somnolencia, el cansancio o las distracciones, mientras que la inclusión de los sistemas de información-entretenimiento personalizados ofrecen contenido a la medida del conductor, pudiendo personalizarse a varios perfiles, así como los algoritmos de mantenimiento predictivo anticipan y previenen riesgos potenciales. Además, la IA es capaz de optimizar la manufactura de vehículos y las cadenas de suministro a través del uso de robots, análisis predictivos y el diseño basado en la IA como en la simulación (Aeddula et al., 2024).

A pesar de su potencial transformador, encontramos grandes desafíos en la adopción generalizada de la Inteligencia Artificial en los sistemas automotrices. La seguridad y la confiabilidad son primordiales en los SA, por lo que se requieren algoritmos de IA robustos y tolerantes a fallos, procesos interpretables de algoritmos de toma de decisiones y procesos rigurosos de validación y verificación (ALsubaei et al., 2022).

Las consideraciones legales y éticas también son de primordial importancia, como por ejemplo la definición de responsabilidades en casos de accidentes, el conocimiento de los márgenes de error de los algoritmos y el aseguramiento de la privacidad de datos, los cuales requieren atención especial (Fahim, 2024).

Los obstáculos tecnológicos incluyen la necesidad de algoritmos de IA capaces de manejar la complejidad y la incertidumbre de los escenarios al conducir en un mundo real, así como los avances en la tecnología de los sensores y hardware informático. De la misma forma se tienen que abordar el impacto social y económico que pueda provocarse como el posible desplazamiento de puestos de trabajo y la aceptación pública (McCarroll et al., 2022).

Las oportunidades que ofrece la IA en los SA incluyen la mejora en la seguridad como resultado de una reducción significativa en el número de accidentes causados por errores humanos, la mejora de la eficiencia energética, incluida la optimización del flujo de tráfico, la reducción de la congestión y el menor consumo de combustible que prometen transformar la movilidad urbana.

El aumento de la accesibilidad para los adultos mayores, personas con capacidades diferentes, y personas que no tienen la habilidad de conducir, se convierte en un abanico de oportunidades integradoras. El surgimiento de nuevos modelos de negocio, como el compartir transporte, el reparto autónomo, creando nuevas oportunidades de negocios. Cabe mencionar también como la IA permite personalización de experiencias y perfiles en los automóviles contribuyendo a la sostenibilidad mediante pautas de conducción acordes con el respeto al medio

ambiente y una gestión optimizada de la energía (Silva et al., 2022).

Finalmente se concluye en el artículo remarcando el futuro conjunto de los SA y AI están ligados al avance continuo, a la robustez, seguridad y aplicación responsable de la IA. Aunque habiendo retos, los beneficios potenciales son inmensos y seguirán revolucionando y moldeando la sociedad actual y futura. Aprovechando todo el potencial de la IA podremos obtener sistemas automotrices seguros, eficientes y sostenibles.

2. Metodología

Esta investigación realiza un estudio cualitativo y exploratorio, orientado al análisis de las aplicaciones de la IA y la AI en los SA, así como su impacto en la vida de sus usuarios. Las diferentes fuentes bibliográficas han sido seleccionadas por su relevancia temática, actualidad y validez académica.

Para la recolección de información se realizó una revisión bibliográfica de fuentes académicas, técnicas e industriales publicadas (p. ej. Elsevier, IEEE Xplore, Springer, arXiv, web of science) con rangos temporales entre 2010 y 2024. Los criterios de inclusión fueron: Relevancia directa con la aplicación de la IA y la AI en los SA en publicaciones de conferencias y journals académicos.

Se realizó un proceso de filtrado de una total inicial 110 artículos en general, donde se excluyeron los artículos con información obsoleta, información poco fiable o con sesgos, así como la pertinencia y la fiabilidad de las publicaciones.

Se seleccionaron estudios de caso representativos en innovación automotriz con el fin de ilustrar la implementación de la IA, la AI en SA en áreas como: Conducción autónoma, sistemas de asistencia al conductor, experiencia de usuario y manufactura inteligente. La información fue organizada en las siguientes categorías: Capacidades técnicas (percepción, decisión y control), aplicaciones funcionales, desafíos tecnológicos, éticos y legales y oportunidades.

3. Tecnologías habilitadoras de vehículos autónomos.

El cúmulo de aplicaciones innovadoras (industria 5.0, vehículos de pasajeros, ciudades inteligentes, y movilidad inteligente sustentable) mencionadas a detalle en la sección 4, han sido impulsadas por tecnologías que han sido compatibles y desarrolladas en conjunto con la IA, (en la tabla 1 se muestran los principales algoritmos utilizados en los SA) para dar hacer una realidad a los vehículos autónomos.

3.1. La fusión de sensores

En la columna vertebral de la nueva generación de SA encontramos algoritmos avanzados de IA los cuales hacen posible a los VA el interpretar, percibir y responder en escenarios complejos en tiempo real. En la fusión de sensores es necesaria la integración de datos provenientes de radares, LiDAR, cámaras y sensores ultrasónicos, los cuales son fundamentales para poder obtener resultados precisos tanto en la detección de objetos, como el mapeo ambiental, y posicionamiento y localización (Hasanujjaman et al., 2023).

3.2. Innovación en diseño con Inteligencia Artificial Generativa

Un campo de aplicación en crecimiento, es la innovación con IA en el manejo de las cadenas de suministro basadas en herramientas de IA, las cuales habilitan la capacidad de predecir disrupciones en los sistemas y poder prevenirlas con estrategias de mitigación. Por otra parte, la inteligencia artificial regenerativa está evolucionando el diseño de vehículos, así como su manufactura (Baños-Gonzalez, 2024). Ya que con el uso diferentes algoritmos se pueden generar cientos de iteraciones del mismo diseño basado en parámetros preespecificados, facilitando la aceleración en el proceso del diseño conceptual y propiciando la posibilidad de nuevas formas y diseños de autos. Tecnologías como los gemelos digitales, el prototipado virtual, las pruebas virtuales, así como las simulaciones en realidad virtual, reducen notablemente el costo y tiempo de desarrollo (Chen et al., 2022).

Tabla 1 Algoritmos de Lenguaje Maquina y otras técnicas de AI usados en los SA. (Baños-Gonzalez, 2024).

Algoritmos / Técnicas	Industria Automotriz
Aprendizaje supervisado	Regresión y clasificación, árboles de decisión, bosque aleatorio, máquinas de vectores de soporte. (SVM). (Xu et al., 2021), (Kurumbudel, 2021)
Aprendizaje no supervisado	Agrupación, reducción dimensional, aprendizaje de reglas de asociación. (Hirth et al., 2025), (Narasimhan et al., 2021)
Aprendizaje por refuerzo	Automatización de tareas q-learning, administración de recursos. (Kiran et al., 2021), (Krishna et al., 2023)
Redes neuronales convolucionales (CNNs)	Análisis de imágenes y video, mantenimiento preventivo. (Arora et al., 2022), (Pandharipande et al., 2023)
Redes neuronales recurrentes (RNNs)	Optimización de procesos, pronósticos de series de tiempo. (Al-Aql et al., 2024), (Kimanzi et al., 2024)
Redes generativas de confrontación (GANs)	Aumento de datos, diseño y prototipado, síntesis de imágenes. (Kerboua-Benlarbi et al 2022), (Lin et al., 2023)
Minería de texto Chatbots y asistentes virtuales	Procesamiento de documentos Proveer soporte e información a operadores, personal de mantenimiento y clientes en tiempo real. (Murali et al., 2022), (Pillai et al., 2023)
Visión por computadora	Reconocimiento avanzado de imágenes y reconocimiento de objetos en 3D. (Dilek et al., 2023), (Dong et al., 2023)

Robótica	Hardware y software para la realización de tareas específicas (Dodig-Crnkovic et al., 2021), (Singh, 2023)
----------	--

3.3. La automatización inteligente en la gestión de flotas

La AI puede comprender más allá de un vehículo para poder incluir la gestión de flotas y su logística. Esta capacidad de la AI se hace notar y es utilizada en los servicios de transporte compartidos, los operadores de transporte público y las empresas logísticas buscan con esto mejorar la satisfacción de sus clientes y la eficiencia de los SA. Los sistemas basados en inteligencia artificial tienen la capacidad de analizar datos en tiempo real de vehículos conectados con capacidades de AI, poder optimizar el rendimiento de las flotas y reducir tiempo sin uso, mediante mantenimientos preventivos controlados y reducir el consumo de combustibles (Potdara et al., 2025).

3.4. Toma de decisiones

Algoritmos como el de exploración rápida de árboles aleatorios (RTT), Dijkstra's, A*, D*, hojas de ruta probabilística (PRM), aprendizaje por imitación hacen posible a los VA determinar y optimizar rutas incluyendo obstáculos y siguiendo las regulaciones de tráfico. El análisis predictivo puede aumentar la seguridad al poder anticiparse a las acciones de los peatones, ciclistas y otros vehículos, permitiendo a los VA ser proactivos en su reacción ante posibles peligros (Wang et al., 2023). Cabe destacar que los sistemas de toma de decisiones evalúan variables como las obstrucciones viales, el comportamiento de otros usuarios en tránsito, y el flujo de tráfico para ejecutar maniobras como cambio de carril o cesión de paso a otro, entre otros.

4. Aplicaciones de Inteligencia Artificial y Automatización Inteligente en Sistemas Automotrices.

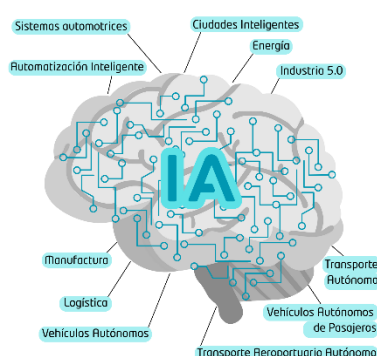


Figura 1 Aplicaciones de IA en AI en SA

En la Figura 1 se ilustra como la IA es el gran orquestador de las principales aplicaciones del sector de SA que están evolucionando y generando un nuevo paradigma en la siguiente generación de movilidad inteligente, influyendo en áreas como las ciudades inteligentes, la energía, la industria 5.0, el transporte privado, el transporte público, y la movilidad en general.

El gran impacto que ha generado la mixtura de los SA con los avances tecnológicos, la AI, y la IA y las comunicaciones inalámbricas de largo alcance (Baños-Gonzalez et al., 2016) ha generado una nueva ola de innovación en el sector automotriz, dando paso a nuevas aplicaciones que son el estandarte de la nueva generación de sistemas automotrices.

4.1. Aplicaciones en la Industria 5.0

La industria 4.0, al igual que la curiosidad humana, sigue evolucionando a la par de los avances tecnológicos, dando paso a la naciente industria 5.0, la cual implica un cambio significativo al encontrarse enfocada en el ser humano, priorizando la colaboración entre humanos y maquinas en un marco orientado a los valores sociales, mientras que la industria 4.0 está enfocada a la automatización, el intercambio de datos y la mejora de la productividad y la eficiencia. Los VA incluidos en esta evolución se integran incluyendo aparte de las aplicaciones de vehículos de pasajeros, y su uso se ha ampliado a los sectores de minería, logística (Lostal et al., 2024), agricultura y transporte público.

Asimismo, el uso de transbordadores autónomos cada vez es más generalizado en los principales aeropuertos, así como camiones, autobuses y transporte autónomos en los principales sectores de la industria 5.0 (Adel, 2023).

4.2. Aplicaciones en vehículos de pasajeros

El auge del uso de vehículos autónomos de pasajeros para transportar personas sin un conductor está centrando en el llamado Dominio Operativo Definido (ODD) propiciando ventajas en cuanto a la mejora de la eficiencia, la seguridad de pasajeros y transeúntes, la accesibilidad y sostenibilidad del transporte público (Heyn et al., 2022).

4.3. Aplicaciones en ciudades inteligentes

Uno de los principales motores de la implementación de las ciudades inteligentes son los VA con el uso de IA, los sistemas AI y la fusión de sensores que dan una sensación completa de una aplicación de SA en una Ciudad inteligente, dando como resultado los sistemas inteligentes de transportación, ya que pueden ser incluidos los taxis inteligentes en el sistema, propiciando beneficios como la reducción del tráfico, la optimización de los flujos del tráfico, y la disminución de emisiones de CO₂.

En este punto podemos incluir en el sistema inteligente de transporte, las comunicaciones vehículo a infraestructura (V2I) y vehículo a vehículo (V2V) habilitando una coordinación real entre todos los vehículos, autobuses, taxis, etc., propiciando un mayor aumento en la eficiencia y la seguridad de los usuarios (Yaqoob et al., 2019) Véase Tabla 2.

Los resultados de la comparación en la Tabla 2, muestran como en la misma distancia recorrida de 33 M de millas entre coches autónomos y coches conducidos por humanos, se obtuvieron menos accidentes con lesiones en un 78%, un 86% en los choques con activación de las bolsas de aire y un menor porcentaje de choques reportados a las autoridades de 87%. (Waymo, n.d.).

Tabla 2 Comparación de seguridad entre coches autónomos versus conductores humanos en Incidentes por Millón de Millas (IPMM), en septiembre 2024 (Waymo, n.d.).

Tipo de Choque	Frecuencia en coches autónomos (IPMM)	Frecuencia en conductor Humano	Diferencia en porcentaje
Con despliegue de bolsas de aire	0.35	1.67	-79.07
Con lesiones en los ocupantes	0.90	4.02	-77.70
Reportado a la policía	0.03	0.23	-86.96

Resultados similares en el estudio de Abdel-Aty et al., 2024, incluyen un estudio de 2100 accidentes relacionados con VA, incluyendo distribución de factores que influenciaron los accidentes en varios tipos de vehículos, donde los VA participaron en 80% de los casos, además de que en el 94% de los accidentes de los VA ocasionaron heridas menores, o ningún tipo de consecuencia. Resultados de la Administración Nacional de seguridad del Tráfico en las Carreteras (NHTSA, por sus siglas en inglés) muestra los accidentes donde se involucran VA ha fluctuado, pero generalmente se ha incrementado desde julio 2021 hasta agosto 15 2025. Resaltando con estos resultados el aumento en la eficiencia y seguridad de los usuarios de manera promisoría.

4.4. Movilidad Inteligente Sustentable

El avance de los SA y los VA, así como sus aplicaciones integrando IA son la base de la transición hacia la movilidad sustentable, donde vemos como la inclusión de estos sistemas es cada vez mayor, como es el caso de los motores eléctricos y los motores de hidrogeno en los vehículos semiautónomos y autónomos (Persaud et al., 2017).

5. Desafíos de los vehículos autónomos y la automatización inteligente.

Las implicaciones de la introducción e implementación de nuevas tecnologías al grado de los SA como los vehículos autónomos siempre introducen dudas, miedos y problemas iniciales antes de la aceptación de la mayoría en las ciudades. Estos desafíos son mencionados a continuación.

5.1. Errores en los algoritmos de percepción y toma de decisiones.

Los vehículos autónomos impulsados por la IA han logrado avances significativos, sin embargo, aún hay desafíos relacionados con la toma de decisiones y la percepción, enfrentar estos desafíos requiere marcos sólidos de pruebas y validación, así como continuar con la mejora de los modelos de IA utilizados, errores en los sensores como son la

interpretación errónea de datos ambientales, así como la incapacidad de reconocer escenarios complejos en casos límite o inusuales pueden llevar a la toma de decisiones incorrectas con posibilidades amplias de riesgos para la seguridad (Liu et al., 2021).

5.2. La privacidad de los datos y la ciberseguridad

La conectividad ubicua en distintos sectores y sistemas se encuentran aglomerados en el Internet del Todo (IoT), donde los VA tienen un rol primario, esto hace que los SA con AI e IA incrementen las posibilidades de vulnerabilidades ante ciberataques y filtraciones de datos. Es pertinente garantizar una autenticación, un cifrado y sistemas de detección de intrusos y sistemas de Gestión de Información y Eventos de Seguridad (SIEM), así como sistemas de detección de intrusos robustos, los cuales son fundamentales para salvaguardar la privacidad del usuario y obtener o mantener la confianza del público. La IA también forma parte esencial de las nuevas generaciones de sistemas de seguridad y contramedidas para poder garantizar la integridad y legitimidad de los datos transmitidos entre la infraestructura y los SA (Hamon et al., 2022).

5.3. Implicaciones políticas

Al momento de regular los VA se generan múltiples implicaciones políticas, ya que afectan de diferentes maneras, como por ejemplo la pérdida de empleos, la seguridad y las limitaciones del gobierno en los mismos. Es necesario determinar los niveles adecuados de regulación gubernamental ante una tecnología que evoluciona a pasos agigantados, así como cuidar el equilibrio entre el progreso y la seguridad, mediante protocolos de prueba, normas de seguridad y marcos de responsabilidad. Los enfoques en este tema son variados, ya que van desde los cautelosos y graduales para la regulación, y otro enfoque va por la adopción rápida aprovechando los beneficios de los SA y los VA.

Los cambios económicos y las pérdidas de empleo, la regulación consistente en todas las jurisdicciones, la aceptación del uso generalizados de los VA y confianza de los ciudadanos (Mack et al., 2021), los dilemas éticos complejos en situaciones especiales, los esfuerzos de cooperación internacional y estandarización, así como las inversiones en infraestructura incluyendo calles y autovías inteligentes, redes de comunicación, y estaciones de carga son desafíos por resolver en la implementación de SA, AI con IA que seguirán siendo tema de discusión.

5.4. Consideraciones éticas y legales

Las cuestiones éticas complejas son identificadas en los VA, particularmente al momento de un accidente inevitable, donde los sistemas automotrices con AI e Inteligencia Artificial, deben tener la capacidad de tomar la decisión de priorizar la seguridad de los ocupantes de un VA frente a los peatones que pudieran ser afectados. Las regulaciones entre jurisdicciones son irregulares e inconsistentes, complicando el proceso de aprobación e implementación generalizada. Los legisladores son los encargados de establecer los marcos

legales, estándares y regulaciones de privacidad de datos para impulsar la implementación a gran escala de los VA (Bergmann, 2022).

5.5. *Confianza general de los ciudadanos y aceptación.*

La ciudadanía ha mostrado preocupación ante estos SA y VA, por los accidentes de alto perfil donde se han involucrado a los VA, exponiendo la necesidad de tener una comunicación eficaz y evaluaciones de seguridad públicas y transparentes. Para poder generar la confianza necesaria en los VA se requieren informes claros de los accidentes, resultados públicos de las evaluaciones de seguridad, y colaboración coordinada y en tiempo por las partes interesadas para poder abordar las preocupaciones, malos entendidos, ventajas y los beneficios de los VA (Zhang et al., 2024).

6. Oportunidades e innovación en la siguiente generación de los sistemas automotrices.

La siguiente generación de SA con AI e IA, será impulsada por la innovación basada en los avances tecnológicos, así como en las comunicaciones con la implementación de las Redes No terrestres (NTN) (Wang et al., 2024), el avance de la fusión de sensores, con sensores cada vez más precisos y con bajos consumos de energía, etc.

En la Figura 2 se resalta el resultado de la unión de la AI e IA con los SA propiciando nuevos escenarios de movilidad en los cuales la personalización y experiencia del usuario son pilares fundamentales, incluyendo la seguridad y privacidad de los usuarios bajo las consideraciones éticas y regulatorias, buscando tener una aceptación y confianza por la mayoría de los ciudadanos, enfocados en la sustentabilidad y el uso de cadenas de suministros resilientes, siendo de gran importancia los modelos avanzados de IA y la capacidades de cómputo en el borde como la columna vertebral en estos sistemas de innovación.

6.1. *Cadenas de suministro sustentables*

La predicción de ventas y necesidad de abastecimiento predictivo basado en la IA, ha mejorado la resiliencia de la cadena de suministro gracias a la capacidad de pronosticar desabastos o interrupciones y sugerir estrategias de mitigación. En donde los fabricantes de VA pueden resolver y adaptarse a eventos locales e incluso globales como desastres naturales, cambios políticos y pandemias, entre otros, garantizando la estabilidad de la producción y la entrega de vehículos en tiempos establecidos (Bhargava et al., 2022).

6.2. *Mantenimiento predictivo aplicado a la optimización de flotas*

Basándose los SA en AI de mantenimiento predictivo con IA, son capaces de analizar los datos provenientes de los sensores pudiendo detectar posibles fallas antes que estas ocurran. Estas aplicaciones basadas en la optimización de flotas aprovechan el análisis de datos en tiempo real para reducir las emisiones, optimizar la experiencia del usuario y

mejorar el rendimiento de los VA y toda la flota (Shivkumar et al., 2024).

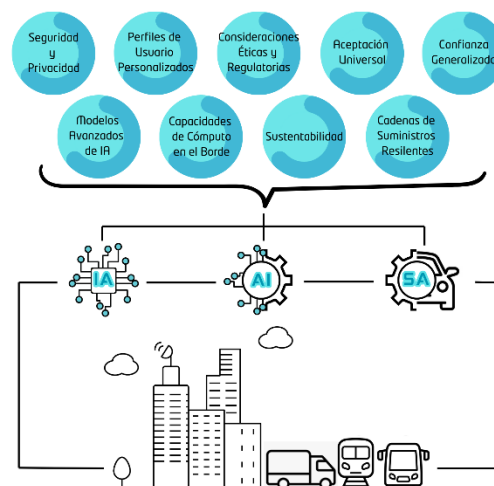


Figura 2 Innovación generada en los SA con AI e IA

6.3. *Experiencias en coches autónomos personalizadas*

La creación de entornos personalizados es posible gracias a la IA generativa, pudiendo incluir en estas experiencias asistentes virtuales inteligentes comandados por lenguaje natural y adaptados a la preferencia de los usuarios. Mediante estas innovaciones se logra mejorar la comodidad, accesibilidad, y experiencia del usuario, impulsando la diferenciación entre marcas y mejorando la satisfacción del cliente (Delmas et al., 2024).

6.4. *Cómputo en el borde y Modelos de IA en SA avanzados*

Las arquitecturas distribuidas de IA, junto con el cómputo en el borde optimizan los tiempos de procesamiento y la toma de decisiones en tiempo real e incluso la ejecución de ciertos algoritmos de IA sin necesidad de gran poder de cómputo, impulsando con esto la transición a mayores niveles de autonomía (Ibn-Khedher et al., 2022). El uso eficiente de recursos ha propiciado el desarrollo de modelos de IA avanzados y adaptados a AI con características particulares como el hardware de bajo consumo de energía, permitiendo la inclusión de AI en la mayoría de los nuevos vehículos y sus entornos e infraestructura (Rana et al, 2024).

7. Conclusiones y trabajo futuro

Los sistemas automotrices con aplicaciones inteligentes, incluyendo la IA, tienen su desarrollo futuro ligado a la innovación en algoritmos de IA avanzados, la optimización de procesos de AI y la mejora en la precisión de sensores utilizados en los VA. En los próximos años, los SA estarán cada vez más preparados para enfrentar desafíos como las condiciones climáticas adversas y escenarios atípicos, con el objetivo de alcanzar una autonomía plena.

La cooperación internacional y las alianzas público-privadas son cruciales en el avance del sector, facilitando la innovación, la eficiencia tecnológica, abordar dilemas éticos, garantizar la universalidad y la democratización del

conocimiento. Una evolución y desarrollo responsables de la IA permitirá que los usuarios se beneficien con sistemas automotrices más eficientes, seguros y sostenibles, dando forma a un nuevo paradigma de movilidad global.

Entre las oportunidades que brinda la IA en el SA destaca la mejora en la seguridad vial, como resultado de la reducción de accidentes por error humano, la optimización del tráfico urbano y el consumo energético, la reducción de la congestión y el menor consumo de combustible, logrando una movilidad más ecológica.

Los SA y la AI se enfrentan ante estos retos multidimensionales, los cuales deben ser solucionados para continuar con la profunda transformación de la movilidad urbana, ya que se requieren sistemas de validación igualmente avanzados y la cultura de la mejora continua tanto por normas éticas como legales.

Ante la enorme cantidad de datos generados y transmitidos por los SA, se tienen que tener marcos claros y robustos de gestión, protección y respuesta ante brechas de seguridad, así como solventar las tensiones políticas que existe entre la innovación y la seguridad, buscando siempre el bienestar humano. Uno de los pilares a crear, soportado por la transparencia, es la cooperación multisectorial ya que se requiere inversión en infraestructura, estandarización y colaboración entre todos los actores involucrados en la nueva generación de una movilidad segura, eficiente, global y ética.

Además, el desarrollo de estos sistemas contribuye a la inclusión social, facilitando el acceso al transporte a personas mayores, con discapacidades o sin capacidad de conducción, ofreciendo un abanico de oportunidades integradoras de servicios, como transporte compartido, reparto autónomo, entrega autónoma de mercancías. A su vez, la personalización de la experiencia del usuario mediante perfiles inteligentes en los automóviles contribuye a una conducción más eficiente y respetuosa con el medioambiente, así como una gestión optimizada de energía y una experiencia de uso mejor.

El futuro conjunto de los SA y la AI están ligados al avance continuo, la robustez, la seguridad técnica y la aplicación ética de la IA. A pesar de los retos, si logramos integrar estas tecnologías de manera responsable, podremos obtener sistemas automotrices que redefinirán la movilidad del mañana: más segura, eficiente y sostenible.

Referencias

- Adel, A. (2023). Unlocking the future: fostering human-machine collaboration and driving intelligent automation through industry 5.0 in smart cities. *Smart Cities*, 6(5), 2742-2782.
- Abdel-Aty, M., & Ding, S. (2024). A matched case-control analysis of autonomous vs human-driven vehicle accidents. *Nature communications*, 15(1), 4931.
- Aeddula, O., Frank, M., Ruvald, R., Askling, C. J., Wall, J., & Larsson, T. (2024). AI-Driven Predictive Maintenance for Autonomous Vehicles for Product-Service System Development. *Procedia CIRP*, 128, 84-89.
- Al-Aql, N., & Al-Shammari, A. (2024). Hybrid rnn-lstm networks for enhanced intrusion detection in vehicle can systems. *Journal of Electrical Systems*, 20(6s), 3019-3031.
- Arora, N., Kumar, Y., Karkra, R., & Kumar, M. (2022). Automatic vehicle detection system in different environment conditions using fast R-CNN. *Multimedia Tools and Applications*, 81(13), 18715-18735.
- Baños-Gonzalez, V. (2024). La inteligencia artificial, estudio de su evolución y aplicación en México. *Pádi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 12, 250-260.
- Baños-Gonzalez, V., Afaqui, M. S., Lopez-Aguilera, E., & Garcia-Villegas, E. (2016). IEEE 802.11 ah: A technology to face the IoT challenge. *Sensors*, 16(11), 1960.
- Bergmann, L. T. (2022). Ethical issues in automated driving—opportunities, dangers, and obligations. *User experience design in the era of automated driving*, 99-121.
- Bhargava, A., Bhargava, D., Kumar, P. N., Sajja, G. S., & Ray, S. (2022). Industrial IoT and AI implementation in vehicular logistics and supply chain management for vehicle mediated transportation systems. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 13(Suppl 1), 673-680.
- Capitaine, M. P., & Cárdenas, H. M. G. (2023). Artificial intelligence and advanced driver assistance systems absorption (adas) in mexico. *Ciencia Nicolaita*, (88).
- Chen, D., & Lv, Z. (2022). Artificial intelligence enabled Digital Twins for training autonomous cars. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, 2, 31-41.
- Delmas, M., Camps, V., & Lemerrier, C. (2024). Personalizing automated driving speed to enhance user experience and performance in intermediate-level automated driving. *Accident Analysis & Prevention*, 199, 107512.
- Dilek, E., & Dener, M. (2023). Computer vision applications in intelligent transportation systems: a survey. *Sensors*, 23(6), 2938.
- Dimitrakopoulos, G., & Demestichas, P. (2010). Intelligent transportation systems. *IEEE Vehicular Technology Magazine*, 5(1), 77-84.
- Dodig-Crnkovic, G., Holstein, T., & Pelliccione, P. (2021). Future intelligent autonomous robots, ethical by design. Learning from autonomous cars ethics. *arXiv preprint arXiv:2107.08122*.
- Dong, X., & Cappuccio, M. L. (2023). Applications of computer vision in autonomous vehicles: Methods, challenges and future directions. *arXiv preprint arXiv:2311.09093*, 1.
- Fahim, S. (2024). *Ethico-Legal Aspect of AI-Driven Driverless Cars*. Springer Nature: Singapore.
- Girdhar, M., Hong, J., & Moore, J. (2023). Cybersecurity of autonomous vehicles: A systematic literature review of adversarial attacks and defense models. *IEEE Open Journal of Vehicular Technology*, 4, 417-437.
- Gyllenhammar, M., de Campos, G. R., & Törngren, M. (2025). The Road to Safe Automated Driving Systems: A Review of Methods Providing Safety Evidence. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*.
- Hasanujjaman, M., Chowdhury, M. Z., & Jang, Y. M. (2023). Sensor fusion in autonomous vehicle with traffic surveillance camera system: detection, localization, and AI networking. *Sensors*, 23(6), 3335.
- Heyn, H. M., Subbiah, P., Linder, J., Knauss, E., & Eriksson, O. (2022, March). Setting AI in context: A case study on defining the context and operational design domain for automated driving. In *International working conference on requirements engineering: foundation for software quality* (pp. 199-215). Cham: Springer International Publishing.
- Hirth, M., Meier, D., Gehring, O., Jazdi, N., & Kasneci, E. (2025). Unsupervised Deep Learning for Anomaly Detection in Automotive Trucks: A Survey. *ACM Computing Surveys*.
- Hofmann, M., Neukart, F., & Bäck, T. (2017). Artificial intelligence and data science in the automotive industry. *arXiv preprint arXiv:1709.01989*.
- Ibn-Khedher, H., Laroui, M., Moungha, H., Afifi, H., & Abd-Elrahman, E. (2022). Next-generation edge computing assisted autonomous driving based artificial intelligence algorithms. *IEEE Access*, 10, 53987-54001.
- Kerboua-Benlarbi, S., Mziou-Sallami, M., & Doufene, A. (2022). A novel gan-based system for time series generation: application to autonomous vehicles scenarios generation. In *AI and IoT for Sustainable Development in Emerging Countries: Challenges and Opportunities* (pp. 325-352). Cham: Springer International Publishing.
- Kiran, B. R., Sobh, I., Talpaert, V., Mannion, P., Al Sallab, A. A., Yogamani, S., & Pérez, P. (2021). Deep reinforcement learning for autonomous driving: A survey. *IEEE transactions on intelligent transportation systems*, 23(6), 4909-4926.
- Krishna, K., Mehra, A., Sarker, M., & Mishra, L. (2023). Cloud-Based Reinforcement Learning for Autonomous Systems: Implementing Generative AI for Real-time Decision Making and Adaptation. *Iconic Research And Engineering Journals*, 6(8).
- Kurumbudel, P. R. (2021). Deep Self-Supervised Learning Models for Automotive Systems (No. 2021-26-0129). SAE Technical Paper.
- Lan, S., Huang, C., Wang, Z., Liang, H., Su, W., & Zhu, Q. (2018, October). Design automation for intelligent automotive systems. In *2018 IEEE International Test Conference (ITC)* (pp. 1-10). IEEE.
- Li, Y., & Huang, Z. (2022). Basics and Applications of AI in ADAS and Autonomous Vehicles. *Advanced driver assistance systems and autonomous vehicles: From fundamentals to applications*, 17-48.

- Lin, H., Liu, Y., Li, S., & Qu, X. (2023). How generative adversarial networks promote the development of intelligent transportation systems: A survey. *IEEE/CAA journal of automatica sinica*, 10(9), 1781-1796.
- Liu, J., & Park, J. M. (2021). "seeing is not always believing": Detecting perception error attacks against autonomous vehicles. *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing*, 18(5), 2209-2223.
- Lostal Martinez, F. R. (2024, September). The Impact of Artificial Intelligence on Mexico's Logistics Sector: Challenges and Opportunities. In *International Conference on Computational Logistics* (pp. 95-114). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Mack, E. A., Miller, S. R., Chang, C. H., Van Fossen, J. A., Cotten, S. R., Savolainen, P. T., & Mann, J. (2021). The politics of new driving technologies: Political ideology and autonomous vehicle adoption. *Telematics and Informatics*, 61, 101604.
- McCarroll, C., & Cugurullo, F. (2022). Social implications of autonomous vehicles: a focus on time. *AI & society*, 37(2), 791-800.
- Muckenhuber, S., Softic, K., Fuchs, A., Stettinger, G., & Watzenig, D. (2021). Sensors for automated driving. *Autonomous Vehicles: Business, Technology and Law*, 115-146.
- Murali, P. K., Kaboli, M., & Dahiya, R. (2022). Intelligent in-vehicle interaction technologies. *Advanced Intelligent Systems*, 4(2), 2100122.
- Narasimhan, H., Ravi, V., & Mohammad, N. (2021). Unsupervised deep learning approach for in-vehicle intrusion detection system. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 12(1), 103-108.
- National Highway Traffic Safety Administration. (s. f.). Standing general order on crash reporting. Recuperado de <https://www.nhtsa.gov/laws-regulations/standing-general-order-crash-reporting>
- Pandharipande, A., Cheng, C. H., Dauwels, J., Gurbuz, S. Z., Ibanez-Guzman, J., Li, G., ... & Santra, A. (2023). Sensing and machine learning for automotive perception: A review. *IEEE Sensors Journal*, 23(11), 11097-11115.
- Persaud, P., Varde, A. S., & Robila, S. (2017, November). Enhancing autonomous vehicles with commonsense: Smart mobility in smart cities. In *2017 IEEE 29th international conference on tools with artificial intelligence (ICTAI)* (pp. 1008-1012). IEEE.
- Pillai, A. S. (2023). Advancements in natural language processing for automotive virtual assistants enhancing user experience and safety. *Journal of Computational Intelligence and Robotics*, 3(1), 27-36.
- Potdar, P. R., & Parikh, S. M. (2025). Internet of things (IoT) and artificial intelligence (AI) enabled framework for smart fleet management. *OPSEARCH*, 1-33.
- Rana, K., & Khatri, N. (2024). Automotive intelligence: Unleashing the potential of AI beyond advance driver assisting system, a comprehensive review. *Computers and Electrical Engineering*, 117, 109237.
- Reda, M., Onsy, A., Haikal, A. Y., & Ghanbari, A. (2024). Path planning algorithms in the autonomous driving system: A comprehensive review. *Robotics and Autonomous Systems*, 174, 104630.
- Riener, A., Jeon, M., & Alvarez, I. (Eds.). (2022). *User experience design in the era of automated driving*. Springer.
- Singh, A. (2023, June). Vision-radar fusion for robotics bev detections: A survey. In *2023 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)* (pp. 1-7). IEEE.
- Wang, X., Guo, Y., & Gao, Y. (2024). Unmanned autonomous intelligent system in 6G non-terrestrial network. *Information*, 15(1), 38.
- Wang, Y., Jiang, J., Li, S., Li, R., Xu, S., Wang, J., & Li, K. (2023). Decision-making driven by driver intelligence and environment reasoning for high-level autonomous vehicles: a survey. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 24(10), 10362-10381.
- Wang, Y., Thal, S., Iatropoulos, J., & Henze, R. (2024, December). Enhancing AEB Systems with Digital Twin Evaluation in Urban Environments. In *2024 IEEE Smart World Congress (SWC)* (pp. 2061-2068). IEEE.
- Waymo. (n.d.). Impacto de la seguridad. <https://waymo.com/intl/es/safety/impact/>
- Xu, B., Shi, J., Li, S., & Li, H. (2021). A study of vehicle driving condition recognition using supervised learning methods. *IEEE Transactions on Transportation Electrification*, 8(2), 1665-1673.
- Yaqoob, I., Khan, L. U., Kazmi, S. A., Imran, M., Guizani, N., & Hong, C. S. (2019). Autonomous driving cars in smart cities: Recent advances, requirements, and challenges. *IEEE Network*, 34(1), 174-181.
- Zhang, Q., Wallbridge, C. D., Jones, D. M., & Morgan, P. L. (2024). Public perception of autonomous vehicle capability determines judgment of blame and trust in road traffic accidents. *Transportation research part A: policy and practice*, 179, 103887.