

Tlamahuiliztli

REVISTA FORENSE HISPANOAMERICANA



EDICIÓN ESPECIAL

ISSN 3061-7863

AÑO No.2

VOL. 8

ABRIL 2026

CONSEJO

Editorial

DIRECTOR

Dr. Abimelec Morales Quiroz

COMITÉ EDITORIAL

Dr. Iván Martínez Duncker

Mtra. Daniela Tafur Vásquez

Dr. Gabriel Dorantes Argandar

Dra. Belem Gabriela Hernández Jaimes

TLAMALHUILIZTLI REVISTA DIGITAL, Año 2, No.8 Abril 2026-Julio 2026. Publicación Cuatrimestral editada por: Dr. Abimelec Morales Quiroz. Calle Morelos No 72 A Primer fraccionamiento de la colonia Flores Magón en Cuernavaca.C.P.62370.Tel.5524886127

<https://revistadigital.tlamalhuiliztli.org/revistas-digitales> Correo electrónico: vinculacion@tlamalhuiliztli.org Editores responsables: Dr. Abimelec Morales Quiroz, Dr. Iván Martínez Duncker, Mtra. Daniela Tafur Vásquez, Dr. Gabriel Dorantes Argandar, Dra. Belem Gabriela Hernández Jaimes, ISSN 3061-7863. Responsable de la última actualización de este Número, Dr. Abimelec Morales Quiroz.

La responsabilidad de los textos publicados en Tlamalhuiliztli Revista Digital, recae en los autores y su contenido no refleja necesariamente el criterio de la Asociación. Se autoriza la reproducción total o parcial de los textos aquí publicados siempre y cuando se cite la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación.



CARTA

del Editor

Tlamahuiliztli Edición Especial: Perspectivas Transdisciplinarias de la Supervivencia Vial

Este número especial nace de una certeza: la ciencia no puede ser ajena al dolor que diariamente ocurre en calles y carreteras.

Los hechos de tránsito no son simples accidentes; son escenarios donde convergen conducta humana, entorno, norma y, con demasiada frecuencia, violencia. Son momentos donde la vida cambia en segundos y donde todas las disciplinas tienen responsabilidad.

Dedicamos esta edición a la memoria del Dr. Julio César Penagos Corzo, maestro ejemplar y referente de la psicología en México, cuya herencia más valiosa fue formar profesionales con ética, pensamiento crítico y compromiso humano.

La supervivencia vial exige miradas transdisciplinarias. Cada evento de tránsito encierra decisiones, contextos y consecuencias que deben comprenderse con rigor científico y sensibilidad social.

Los trabajos reunidos aquí, elaborados por investigadores de amplia experiencia, no solo describen el problema: lo analizan con profundidad y proponen rutas para transformarlo.

Hablar de violencia vial es reconocer que muchas muertes y lesiones son prevenibles; que investigar con seriedad salva vidas, optimiza recursos y orienta políticas públicas.

Que la ciencia, cuando se compromete con la realidad, se convierte en herramienta de cambio.

Que estas páginas honren la memoria del Dr. Penagos Corzo desde la acción: investigando, enseñando y difundiendo conocimiento con responsabilidad y humanidad.

Dr. Abimelec Morales Quiroz



En Memoria de

*Dr. Julio César Penagos
Corzo*

1969 - 2025



ÍNDICE

06

Movilidad: Cuando el bienestar no es el factor principal de decisión.

16

Supervivencia Vial: Perspectivas Transdisciplinarias.

25

La inimputabilidad en los accidentes viales.

37

Estimulación transcraneal por corriente directa y habilidades relacionadas con la conducción. Una revisión exploratoria.

51

Planes de movilidad segura y sostenible en grandes empresas

72

Genética y enfermedades. Su correlación con la violencia y los hechos de tránsito: un abordaje desde la perspectiva médica.

Movilidad: Cuando el bienestar no es el factor principal de decisión.

Yamil Burguete Fourzali

Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey

Campus Guadalajara

yamil.burguete@tec.mx

Semblanza

Yamil Burguete Fourzali cuenta con estudios de Licenciatura en Psicología, Maestría en Administración de Empresas, ambas por parte de la Universidad de las Américas Puebla. Además de contar con Maestría y Doctorado en Estadística por parte del Colegio de Postgraduados. Actualmente se desempeña como director de entrada para la Escuela de Negocios en el Tecnológico de Monterrey campus Guadalajara. Una de las ventajas de tener un perfil tan amplio es que le ha permitido trabajar, estudiar e investigar en muchas áreas de interés. Normalmente participa como profesor en materias que tienen que ver con inteligencia de negocios, donde enseña programación, estadística y análisis de decisión. También imparte cursos de educación continua para actualización de profesionistas. Recientemente, en colaboración con otros colegas, publicó un capítulo sobre el uso de Inteligencia Artificial en la industria musical. Además, colabora en el desarrollo de proyectos de innovación educativa.

Introducción

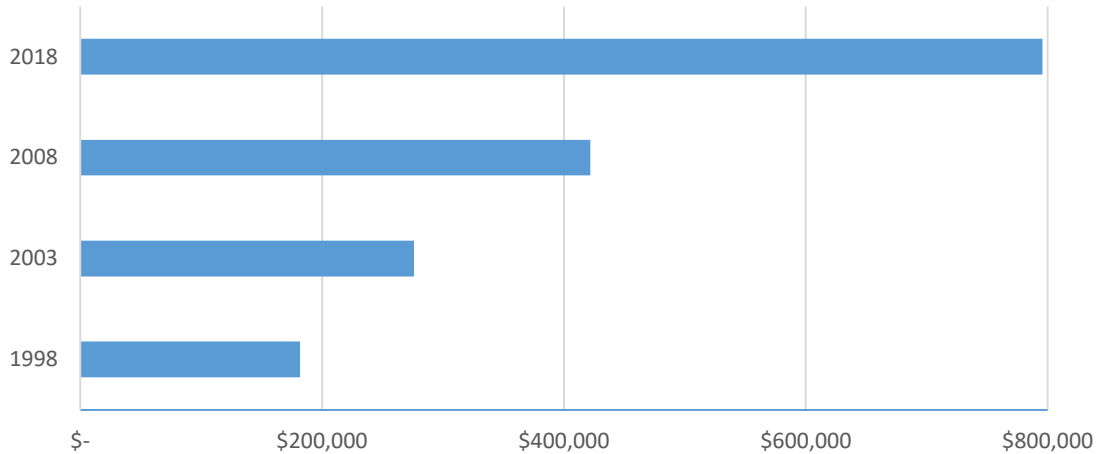
Constantemente tomamos decisiones que aumentan o disminuyen nuestros recursos en el día a día. ¿Deberíamos desayunar algo con alta fibra? ¿Hay alguna ventaja si consumimos lácteos? ¿Deberíamos utilizar tenis suaves o zapatos apretados? Aunque algunas de estas preguntas resultan triviales, siempre serán evaluadas con respecto al sesgo psicológico de la persona correspondiente a la situación presente (Korteling et al., 2023). Al generalizar lo anterior en la interacción entre personas, se conforman conjuntos o grupos con comportamientos similares, lo que presenta una oportunidad importante para diseñadores de políticas públicas (Mudasir Ahmad Sofi et al., 2023). Con estas interacciones se teje la red de ideologías y prácticas que corresponden, de forma coherente a la respuesta, al caos en el que nos sumergimos al salir de nuestros hogares para realizar nuestras labores.

Tratar de estudiar este fenómeno resulta algo complejo, ¿Qué debemos de enfocar? ¿Los patrones de movimiento dentro de una ciudad? ¿El estado de un determinado cuadrante sobre un mapa? ¿Patrones de migración hacia cierto tipo de recurso, sea este de tipo económico, material o ideológico? Se destaca que no existe como tal un punto de referencia claro cuando se habla sobre los patrones de movilidad. Se podría utilizar una técnica clásica como censos o recursos de administración pública o una herramienta tecnológica moderna como los sistemas de posicionamiento global (GPS) en los teléfonos móviles, pero estas propuestas tienen problemas para definir representatividad (Bertoni et al., 2023). A su vez, los comportamientos de vialidad pueden ser paradójicos a lo esperado, como el caso de la frecuencia de autobuses de tránsito rápido (BRT por sus siglas en inglés) y la velocidad que se alcanza en las vialidades (Rosas Gutiérrez y Chías Becerril, 2020). En este caso, a mayor presencia de los autobuses la velocidad en vialidades decrece, lo cual es inverso a lo que se hubiera esperado en su conceptualización y realización. Por lo tanto, utilizando un conjunto de datos tomados de la literatura y del INEGI, trataremos de explorar un poco más este tema que, además de interesante, es en exceso complejo.

Algunos datos.

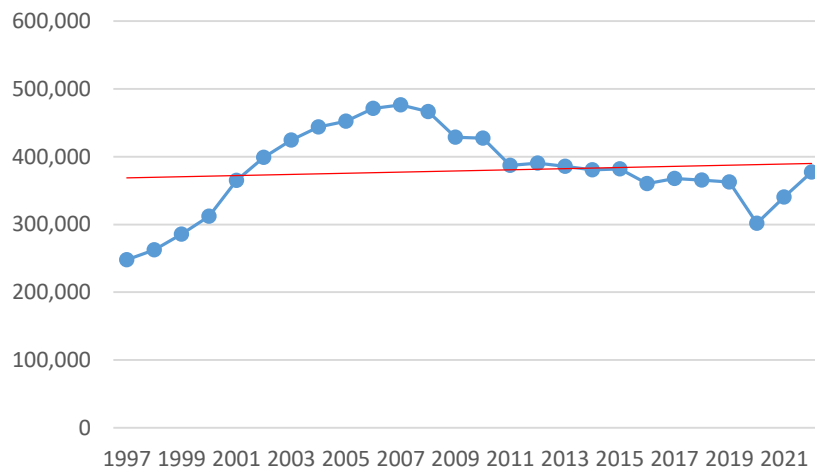
Puntualizo que en México la recolección de datos no es algo que nos falte, sin embargo, contestar preguntas específicas por vía de fuentes secundarias puede ser complicado. Una simple consulta al tablero de series de tiempo de INEGI (s.f.) y podemos observar cómo el transporte es una de las prácticas que produce movimientos económicos importantes para la nación. En la figura 1 observamos un incremento del 88% en los ingresos de bienes y servicios por transporte a nivel nacional entre los años 2008 y 2018. En el año de 2018, las entidades federativas con mayor contribución al ingreso son: CDMX, Estado de México, Nuevo León, Veracruz y Jalisco.

Figura 1. Se muestra el total nacional de ingresos por suministro de bienes y servicios para transporte en millones de pesos. La discontinuidad en años se genera por el método de medición. Fuente de los datos: INEGI(s.f.), figura elaborada por el autor.



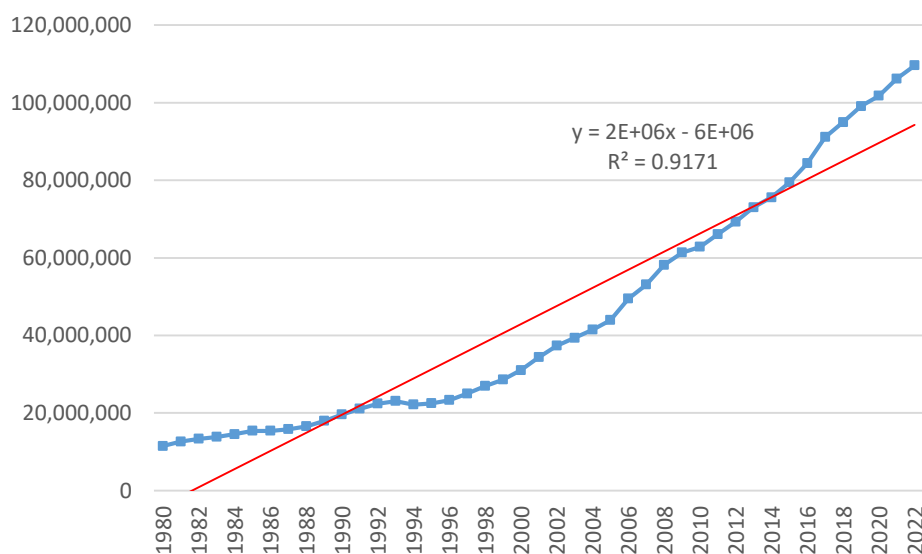
A su vez, utilizando el mismo tablero podemos extraer la información que corresponde a accidentes de tránsito en las entidades federativas. Realizando una manipulación similar a la anterior (ver figura 2), parece que existe una ligera tendencia positiva al aumento de accidentes por tránsito, sin embargo, el coeficiente de determinación nos indica que esta tendencia lineal no explica mucha de la variabilidad del fenómeno ($R^2 = 0.01$). Parte de la razón para este pobre ajuste del modelo tiene que ver con 2 consideraciones: la serie de tiempo se ve afectada por fenómenos atípicos, como en 2020 y 2021 con la presencia de COVID-19 (Cuadros et al., 2023) y la relación entre el número de accidentes y el tiempo es débil ($r_{\text{pearson}} = 0.103$). Las entidades federativas que más accidentes reportaron, por frecuencia de eventos, son: Nuevo León, Jalisco, Chihuahua, Guanajuato y Tamaulipas.

Figura 2. Se muestra el total de accidentes por tránsito en zonas urbanas y suburbanas de México. Los números corresponden a eventos ocurridos por año. Se insertó el modelo de tendencia lineal. Fuente de los datos: INEGI(s.f.), figura elaborada por el autor.



Con esto, empezamos a tener información sobre la relación (o no relación) entre accidentes viales e ingresos. Para seguir completando nuestro rompecabezas, será necesario hablar del parque vehicular. Este concepto se mide con la cantidad de vehículos registrados por entidad federativa (s.f.-a). Por la forma del comportamiento del fenómeno al ajustar un modelo lineal simple, la tendencia es creciente y el incremento se estima en aproximadamente 2 millones de automóviles registrados por cada año entre todas las entidades federativas (ver figura 3). El modelo tiene buen ajuste explicando aproximadamente un 92% de la variación del fenómeno ($R^2 = 0.917$). Las entidades que más contribuyen a este incremento en el año 2022 son: Estado de México, Ciudad de México, Jalisco, Nuevo León y Guanajuato.

Figura 3. Se muestra el comportamiento anual de registro vehicular a nivel nacional. Se observa la ecuación lineal resultante donde y es el parque vehicular y x es el año. Fuente de datos: INEGI(s.f.), figura elaborada por el autor.



Estas 3 ideas nos permiten empezar a formar los límites del rompecabezas sobre el que nos encontramos. Podemos observar una tendencia creciente en la generación de ingresos que se tiene en el mercado, la relativa estabilidad en la cantidad de siniestros presentes durante los años y el aumento en el registro de vehículos a nivel nacional. Además, existe recurrencia en las entidades federativas que aparecen en las posiciones más altas... para bien y para mal.

Aunado a lo anterior, en un trabajo realizado por el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) encontraron que México se encuentra más diseñada para los automóviles que para las mismas personas que los conducen (Staff, 2019). En su reporte identifican que la prioridad en decisión tomada por los

gobiernos y las poblaciones ha sido por mantener un crecimiento desmedido del automóvil particular, además de generar ineficiencias en cuestiones como construcción de infraestructura, lo que ha desencadenado problemas y reducciones en la calidad de vida de las personas. Lo comentan como un conjunto de desarrollos horizontales en las ciudades, lo que aumenta la distancia entre puntos de interés. Esto, a su vez, aumenta el tiempo de transporte y la posibilidad de tener congestión vial.

Todo lo anterior repercute en las prácticas que tenemos y la calidad de vida que estas nos generan. ¿Cómo podríamos evaluar esa calidad de vida? Una propuesta es el índice para una Vida Mejor (OECD, s.f.) que establece rubros de evaluación donde caracteriza y ordena a los países por los indicadores definidos. En general, nos encontramos del lado izquierdo de la distribución entre países y en algunos casos somos el país con el peor puntaje, como es el constructo de balance vida-trabajo (OECD, 2020). La ventaja de estos indicadores es que incluyen información un poco más compleja para su propuesta, del mismo ejemplo anterior, el balance vida-trabajo se compone de dos indicadores: tiempo dedicado a actividades de descanso/autocuidado y cantidad de empleados trabajando por muchas horas. Como se puede entender, existe la tendencia de las personas en México por trabajar por muchas horas y tener poco tiempo de esparcimiento. Esto, aunado a los otros indicadores, nos muestra una realidad algo cruenta donde aún con el progreso económico y crecimiento en indicadores viales, nos encontramos altamente desnutridos en cuestiones asociadas a bienestar.

No debería resultar sorprendente que en el reporte de medio ambiente también tengamos un puntaje bajo (OECD, 2020). Si consideramos el reporte del IMCO, uno de los resultados que destacan es la cuestión de las congestiones vehiculares y cómo éstas afectan el medio ambiente. En el reporte de bienestar, nuestro puntaje de calidad del aire en México es de 20.3 microgramos por metro cúbico de partículas PM2.5, estas pueden generar afectaciones a la salud y reducir nuestra esperanza de vida. Para tener un comparativo, el valor límite antiguamente propuesto por la Organización Mundial de la Salud (WHO por sus siglas en inglés) era 10 microgramos, actualmente consideran que aún ese valor puede tener efectos negativos en la salud (WHO, 2021). De hecho, el reporte sugiere que este valor de 10 microgramos sea una de las metas intermedias, para tratar de llegar a medidas menores a 5.

Nos encontramos en un momento complejo: sabemos que nuestras formas de transporte han ido en incremento, especialmente por transportes que hacen ineficiente la movilidad (Staff, 2019); sabemos que nuestra conducta grupal ha incrementado la cantidad circulante de automotores y que se han incrementado tanto los gastos como los ingresos asociados al transporte, desde movimiento de material y de humanos

(Instituto Nacional de Estadística y Geografía, s.f.); finalmente, aunque hay mejoras en nuestros indicadores de bienestar, algunas de nuestras prácticas activamente siguen generando estragos en nuestra salud (OECD, s.f.). Con todo esto, tenemos que regresar a nuestra idea original sobre la razón para tomar las decisiones que tomamos y hacer un pequeño ejercicio de reflexión.

¿Por qué nos movemos?

Esta pregunta es la que más ha plagado el tiempo que he estado analizando este problema, porque no parece haber una respuesta simple o fácil. Existe un interés por siempre tener medios para movernos, por lo que realizamos modificaciones y propuestas a nuestros modelos de negocio en el sector de transporte, con tal de adaptarnos a realidades “nuevas” como fue el caso durante COVID-19 (Kaukab y Bachtiar, 2022). Pero ¿Con qué finalidad? La supervivencia de los negocios es muy importante para los indicadores macroeconómicos, pero no parecen estar alineados con las necesidades que observamos en el ambiente, tanto para nuestro beneficio como el beneficio de nuestro ambiente.

Debemos pensar en la complicada relación que existe entre circunstancias de vida y patrones de migración. Una propuesta es la simulada por Suarez y Muneeppeerakul (2022), donde hablan del fenómeno de migración integrando variables como cambios ideológicos, aglomeración, vínculos sociales y el ambiente. Ellos proponen que estas variables interactúan de forma no lineal entre ellas para alterar la decisión sobre la conducta migratoria. Como todos los modelos que buscan reducir un proceso a pocos elementos, las soluciones se encuentran limitadas; sin embargo, a pesar de los componentes acotados propuestos, tuvieron una variabilidad importante de respuestas. Esto nos puede orientar a otro elemento importante a considerar, complejidad.

Otra propuesta es la consideración del esfuerzo fisiológico del organismo como otro de los componentes para la consideración de movilidad, no sólo variables socioeconómicas (Kölbl y Kozek, 2021). Esta propuesta es bastante interesante porque trata de discernir el cambio que hubo al hablar de distancia de desplazamiento con respecto al tiempo. En la antigüedad estábamos limitados por métodos de transporte no motorizados, mismos que reducían de forma más notable nuestro nivel de energía. Esto todavía nos deja con buenas ideas para responder al cómo nos movemos, pero no para hablar del por qué.

Una posibilidad es la necesidad de satisfacer contacto social con nuestros allegados (Toole et al., 2015). Aunque ya se mencionó que ciertas metodologías modernas que utilizan datos de teléfonos móviles pueden ser no representativas. Este estudio mostró evidencia de mayor movilidad al contacto de personas

cercanas, aunque la posibilidad de generalizar los resultados todavía es limitada. Sólo lograron mostrar persistencia del fenómeno en tres ciudades localizadas en dos países. Sin embargo, como lo muestran otras fuentes bibliográficas, este problema no se resuelve identificando un solo motivador, ya que existe una necesidad de proponer nuevas políticas públicas que hagan la movilidad un procedimiento sustentable y sostenible; lo cual es difícil porque la movilidad está a expensas de sistemas multidimensionales (Rosas Ferrusca et al., 2022). Por lo que retomaremos una idea inicial.

En su artículo, Korteling et al. (2023) habla de las características asociadas a los sesgos psicológicos que nos alejan de tomar decisiones en pro de cuestiones relacionadas con sustentabilidad. Una de las características la define como vaguedad experiencial, el hecho de que algo cambia de forma tan lenta que no es fácil observar el impacto sea que se tome una decisión en pro o en contra a la medida. Algunas otras incluyen cuestiones sobre visualización de los efectos a largo plazo, incertidumbre y complejidad del fenómeno, entre otras.

Mi búsqueda por una respuesta a la razón de la movilidad lamentablemente queda acotada por varios de los fenómenos descritos, pero no de forma conclusiva. Sin embargo, aunque el camino no me ha llevado al lugar donde me orientaba, me encuentro en un nuevo punto de incertidumbre, pero ahora con parte de mi camino recorrido.

Dado que la respuesta es multidimensional y las variables probablemente interactúen de forma no lineal, determinar las causas o los efectos, prácticamente se vuelve un problema difícil de modelar. Una de las dificultades principales es que no tenemos, como tal, una fuente de datos que nos permita realizar un estudio profundo de cada uno de los elementos participantes y con la posibilidad de determinar las interrelaciones y los comportamientos de las varianzas asociadas.

Lo que sí sabemos es que la razón para participar como una pieza más de la movilidad no sólo está dada por la búsqueda de un bienestar social, es más, parecería que no es una de las razones principales basado en nuestros indicadores. También entendemos que nuestra conducta no es puramente el resultado de nuestras elecciones, sino cadenas de conducta que se ven afectadas por cambios en nuestro medio político-social. Nuestro medio nos motiva a realizar las actividades que consideramos pertinentes para nuestra realidad.

Para cerrar con esta participación, me gustaría retomar una parte muy importante que se encuentra en el reporte del IMCO (Staff, 2019). Las recomendaciones que realizan pretenden puntualizar los problemas

actuales referentes al crecimiento urbano sin una visión clara de consideraciones ambientales y referentes a bienestar. Queda en evidencia la necesidad de pensar en la planificación sistemática del crecimiento de las ciudades y las zonas suburbanas. A su vez, la determinación y administración de recursos debe ser en consideración de los verdaderos indicadores de movilidad y no estimados, por lo que la transparencia de la información es crítica. Cuando se busque desarrollar nueva infraestructura vial, se debe realizar a consideración de otras infraestructuras para que se facilite la interacción positiva entre todos los servicios de los que se dispone.

Otras ideas que también resultan importantes tienen que ver con consideraciones ambientales, donde se deben establecer mejores sistemas de monitoreo para la calidad del aire y proponen desincentivar la demanda de autos a través de impuestos. Sin embargo, pensando en este último punto, es posible que sea una mejor alternativa pensar en incentivos para el incremento en el uso de medios de transporte alternativos (Hawkins, 2024). Aunque, en este sentido, no hay una respuesta que parezca la más adecuada.

Finalmente, el punto central de toda la problemática que tiene que ver con movilidad es que, aunque seamos una pieza clave en la función de toda la dinámica, no es únicamente con nuestro cambio que se podrá mejorar nuestras condiciones de vida. Como tal, este es un ejercicio que requerirá de un alto nivel de participación de nuestros líderes y de los grupos de interés afectados por estas decisiones (Rosas Ferrusca et al., 2022). Esta es la razón por la que tenemos que pensar a menudo en este tema, para que no se nos olvide exigir un cambio sustancial. Meditar las cosas que requerimos para vivir de manera digna y con salud. Este es un problema con muchos componentes en constante movimiento, si no nos preocupamos por hacer un esfuerzo de mejora, lo que nos importa sobre nuestro ambiente y bienestar, siempre quedará fuera de nuestro alcance.

Referencias Bibliográficas

- Cuadros, G., López, A., Vateva, V., y Arancibia, D. (2023). *Impacto del COVID-19 en las preferencias por modos de transporte en ciudades seleccionadas de América Latina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Hawkins, A. J. (2024). Uber will pay you \$1,000 to ditch your car for five weeks—The Verge. *The Verge*. <https://www.theverge.com/2024/6/27/24186713/uber-ditch-car-challenge-cities-rules>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (n.d.-a). *Parque vehicular*. Retrieved May 30, 2024, from <https://www.inegi.org.mx/temas/vehiculos/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (n.d.-b). *Tablero de series de tiempo*. Retrieved May 30, 2024, from https://www.inegi.org.mx/tablerosestadisticos/series_de_tiempo/
- Kaukab, M. E., y Bachtiar, N. K. (2022). A Review of Business Model Transformation in Transportation Business Post Pandemic. *Automotive Experiences*, 5(3), 452–466. <https://doi.org/10.31603/ae.6830>
- Kölbl, R., y Kozek, M. (2021). A physiological model of human mobility: A global study. *Humanities and Social Sciences Communications*, 8(1), 256. <https://doi.org/10.1057/s41599-021-00931-6>
- Korteling, Johan. E. (Hans), Paradies, G. L., y Sassen-van Meer, J. P. (2023). Cognitive bias and how to improve sustainable decision making. *Frontiers in Psychology*, 14, 1129835. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1129835>
- Mudasir Ahmad Sofi, Irshad Ahmad Reshi, y Dr. T. Sudha. (2023). How Psychological Factors Influence Economic Decision-Making, and the Implications for Policy. *Journal of Accounting Research, Utility Finance and Digital Assets*, 1(4), 370–375. <https://doi.org/10.54443/jaruda.v1i4.57>
- OECD. (n.d.). *OECD Better Life Index*. Retrieved June 3, 2024, from <https://www.oecdbetterlifeindex.org/es/countries/mexico-es/>
- OECD. (2020). *How's Life? 2020: Measuring Well-being*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9870c393-en>
- Rosas Ferrusca, F. J., Jiménez Sánchez, P. L., y Calderón Maya, J. R. (2022). Movilidad y desarrollo urbano: Una revisión de los factores estratégicos de su gobernanza y sostenibilidad. *Economía, Población y Desarrollo*, 70, 3–43.
- Rosas Gutiérrez, J., y Chías Becerril, L. (2020). Los BRT ¿nuevo paradigma de la movilidad urbana mundial? *Investigaciones Geográficas*, 103, 1–14. <https://doi.org/10.14350/rig.60045>
- Staff, I. (2019, January 31). *Índice de Movilidad Urbana 2018: Barrios mejor conectados para ciudades más equitativas*. IMCO. <https://imco.org.mx/indice-movilidad-urbana-2018-barrios-mejor-conectados-ciudades-mas-equitativas/>

Suarez, G., y Muneeppeerakul, R. (2022). Modeling human migration driven by changing mindset, agglomeration, social ties, and the environment. *PLOS ONE*, 17(2), e0264223. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264223>

Toole, J. L., Herrera-Yaque, C., Schneider, C. M., & González, M. C. (2015). Coupling human mobility and social ties. *Journal of The Royal Society Interface*, 12(105), 20141128. <https://doi.org/10.1098/rsif.2014.1128>

WHO. (2021). *WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide.* World Health Organization. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf>

Supervivencia Vial: Perspectivas Transdisciplinarias

Karlina María Cárdenas Espinoza

Universidad Nacional Autónoma de México

Julio César Penagos Corzo†

Universidad de las Américas, Puebla (in memoriam)

Gabriel Dorantes Argandar

Colegio Universitario Científico de Datos

Resumen

Este artículo resume las vivencias adquiridas a lo largo de 15 años formando la línea de investigación denominada “Agresividad y Violencia enfocada a la Movilidad.” Se presenta la experiencia en ello, los avances encontrados, y diversas vertientes a seguir en los siguientes años. Sirve como introducción a todo el trabajo presentado en este número de la Revista Tlalmahuiliztli, y enfatiza que todo este trabajo es realizado IN MEMORIAM al Dr. Julio César Penagos Corzo, quien nos dejó el año pasado. Posiblemente éste es el último trabajo escrito que haya presentado, por lo que es un honor y un privilegio colocar nuestros nombres junto al suyo.

Gabriel Dorantes Argandar cursó la Licenciatura en Psicología en la Universidad de las Américas, Puebla, por la cual se tituló como Psicólogo con Mención Honorífica. Después cursó un Diploma en Estudios Avanzados y posteriormente el Doctorado, ambos en Psicología de la Personalidad e Intervención en Áreas Clínicas y Sociales en los cuales recibió la máxima distinción Sobresaliente Cum Laude. Realizó una estancia postdoctoral en el Cuerpo Académico de Psicología Comunitaria y Ambiental de la Facultad de Psicología en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Actualmente funge como Profesor Investigador de Tiempo Completo “Titular A” adscrito a la Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Realiza labores de investigación, supervisa tesis a nivel Licenciatura, Maestría y Doctorado, e imparte seminarios en todos los niveles de educación superior. Fungió como Coordinador Académico de la Maestría en Psicología durante tres años, durante los cuales

acreditó tal programa en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad de la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología en su nivel de Consolidado. A lo largo de su carrera, ha ido desarrollando artículos en psicología social y la medición de actitudes, seguridad vial, comportamiento agresivo, uso de videojuegos, y percepción de riesgo. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 2013, obteniendo el nivel 1 a partir de enero de 2018, y el nivel 2 a partir de enero de 2025.

Karlena Cárdenas Espinoza es Licenciada, Maestra y Doctora en Psicología por la UNAM. Realizó una estancia posdoctoral en la UAEM. Profesora de Asignatura de la carrera de Psicología de la FES Iztacala. Integrante del Grupo de Investigación en Aprendizaje Humano (GIAH), incorporado a la Unidad de Investigación Interdisciplinaria en Ciencia de la Salud y Educación (UIICSE) de la FES-I. Ha publicado varios artículos, un libro y dos capítulos de libro.

Realiza investigación sobre los factores que modulan el desempeño académico, así como sobre la dinámica de liderazgo en el ámbito organizacional. Integrante del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores del SECIHTI.

Julio C. Penagos-Corzo. Es miembro de la American Psychological Association, International Society of Comparative Psychology, la Society for Neuroscience y de la Interamerican Society of Psychology. Fue coordinador del grupo de trabajo de Psicología Experimental y Comparada de la Sociedad Interamericana de Psicología, es miembro fundador de la Red Latinoamericana de Ciencias del Comportamiento y actualmente es Vicepresidente para la Región México, Centroamérica y el Caribe de la Interamerican Society of Psychology. Fue jefe de los Laboratorios de Psicología en la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP) y actualmente pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, al Sistema Mexicano de Investigación en Psicología y es profesor-investigador de tiempo completo en el Departamento de Psicología de la UDLAP. Sus líneas de investigación se inscriben en la Psicología Experimental y Comparada, con temas sobre auto-discriminación condicional, violencia, y creatividad. Ha presentado sus trabajos en más de medio centenar de congresos tanto internacionales como nacionales; ha dirigido más de 70 tesis; cuenta con diversas publicaciones en revistas científicas y capítulos de libros en editoriales internacionales. Asimismo, posee una patente por la invención de un dispositivo psicológico, relacionado a la Psicología Experimental y Comparada.

Éste es el cuarto esfuerzo de la línea de Supervivencia Vial. Ha sido un camino muy largo, muy difícil. El primer libro, el primer Manual fue un gran esfuerzo (Dorantes-Argandar, 2016), y marca el inicio de esta aventura por comprender la movilidad. A lo largo de estos años hemos aprendido que la

movilidad es sólo la excusa, el problema es sólo humano. ¿Dónde está la computadora que conduce un auto? ¿Cuál es su sistema operativo? ¿Es Mac o Windows? ¿Java? Es el ser humano, con toda su Psicología, con todas sus deficiencias, con todos sus errores. El ser humano está hecho con el barro del error, y por ende la Movilidad es una ciencia que necesita comprender los errores del ser humano que hacen de ella un fenómeno complejo. Luego vino Supervivencia Vial: Agresividad (Dorantes-Argandar, 2022), y Cultura del Riesgo (Dorantes-Argandar, 2024). Por razones que no voy a plasmar aquí, el cuarto libro casi queda en el olvido. Llevaba como título Supervivencia Vial: Perspectivas Transdisciplinares. Gracias a la intervención de nuestro gran amigo el Dr. Abimelec Morales Quiróz, este Special Issue de la revista Tlalmahuiliztli se conforma con el trabajo de grandes amigos y grandes científicos que nos permiten entregar este trabajo para ustedes. El tema de la movilidad nunca es estéril, siempre hay mucho que decir al respecto y ésta no será su excepción. Hasta ahora hemos ahondado en el tema de la Agresividad, pero últimamente estamos caminando hacia el mundo de las motocicletas, que ha demostrado ser un tanto diferente al mundo del automóvil (Dorantes-Argandar et al., 2024), y hay un par de argumentos todavía por esgrimir.

Uno de los que más nos han resonado a lo largo de los años es de Thomas Vanderbilt (2008), al respecto de la comunicación en la Movilidad. El ser humano está hecho para comunicar con otros seres que estén a uno, no más de dos metros de distancia. Cuando alguien habla desde otra habitación, requiere de práctica y habilidades especiales para poder comprender lo que se nos está diciendo. No todos lo podemos hacer, aunque hay personas que adquieren tal habilidad desde pequeños. La comunicación es la base fundamental de toda la vida humana. De ella depende nuestro ingreso, nuestra salud, nuestro bienestar, la interacción con otros, la provisión de alimento, la provisión de recursos económicos, incluso la satisfacción de nuestras necesidades primarias.

Pues pasa lo mismo cuando conducimos un automóvil. Si todos miramos hacia el frente y estamos encapsulados en la comodidad del aire acondicionado, es difícil poder decirle al conductor del vehículo a un lado que también viene encapsulado en su aire acondicionado, o, ¿quién sabe? encapsulado en el cigarrillo que está fumando o el teléfono celular que está operando (ya sea por llamada o por mensaje de texto). Muchos conductores de motocicleta han manifestado (en diversas intensidades de emocionalidad) la frustración que sienten por sentirse desplazados, ignorados, invisibilizados e incomunicados. No estamos acostumbrados a comunicarnos entre automóviles, mucho menos entre diferentes tipos de movilidad. Esta línea de investigación aún dista de contemplar las bicicletas y la movilidad limitada.

Además de la comunicación, se debe contemplar el fenómeno de la ley, sus alcances y su verdadera aplicabilidad. Los lineamientos de movilidad poco a poco han pasado a segundo o tercer plano para una autoridad que se ve sobrepasada por la inseguridad y problemáticas de naturaleza social muy superiores a los semáforos en rojo, el respeto por los límites de velocidad, y el operar el vehículo en condiciones óptimas para hacerlo. Por lo menos en México, las leyes de tránsito son papel de baño. El ser humano ha aprendido a ignorar las leyes de la movilidad, y la dinámica se ha convertido en simplemente un acto de supervivencia. ¿Cuándo fue la última vez que usted vio un motociclista circulando en sentido contrario, o incluso perpendicular a la vía? ¿Ha visto usted un automóvil que gira a la izquierda desde el carril de extrema derecha en un semáforo en rojo?

Ya no podemos decir que vivimos en una jungla de asfalto, vivimos en un infierno de metal y petróleo del cual no nos queda más que aprender a sobrevivirlo. La policía no mantiene el orden, busca principalmente la extorsión. Hay especialistas en leyes que ofrecen su ayuda para poder hacer frente a los policías que buscan extorsionar a los ciudadanos. Al parecer, hay hasta *modus operandi* claramente identificados que permiten la realización de maniobras de *contrainteligencia*, permitiendo así el salvaguardar la integridad de los usuarios de las vías y protegerse de los cochupos policiacos.

Cada semáforo es una travesía, hay que sobrevivir a la plaga de personas que quieren limpiar el parabrisas o tallar el auto con estropajos negros, mientras supervisan las pertenencias dentro del automóvil que puedan ser comercializables. Asumiendo que los demás automovilistas van a respetar el semáforo en rojo del sentido transversal, uno debe cerciorar que el paso es libre, invariablemente del color del semáforo. El semáforo en rojo sólo es válido después de tres o cuatro segundos, no vaya a ser que alguien se lo pase. El ser humano promedio debe enfrentar diferentes fuentes de peligro que yacen en su camino cotidiano, ya deje usted salir a carretera en vacaciones. La movilidad es un reflejo de la circunstancia social a la que estamos inmersos como país y como sociedad.

Incluso hay diversas hipótesis al respecto de un tercer tipo de Agresividad Vial. David Shinar (Shinar, 2007) define a la agresividad vial como una serie de comportamientos sistemáticos orientados hacia la conducción temeraria y la agresión misma hacia otros conductores. Nosotros proponemos un tercer factor: la impericia. Los esfuerzos latinoamericanos por capacitar a sus conductores cotidianos palidecen y prácticamente desaparecen ante aquellos que se realizan en Europa y Estados Unidos. Es posible que el uso de la motocicleta haya descendido en gran medida en aquellos países por la intensa regulación y exigencia que han impuesto por aquellos lares, mientras que en Latinoamérica y países

similarmente mundanos han visto un crecimiento del uso de ése tipo de vehículo en virtud de la nulidad en la aplicabilidad de la ley. Obtener una licencia de manejo no significa gran problema, un poco de dinero y un par de horas de su tiempo son suficientes para conseguir el carnet, documento que sólo sirve para evadir la voracidad de los elementos policiacos y cumplir con los requisitos de las aseguradoras en caso de sufrir un accidente.

Escribiendo estas líneas nos encontramos con una discrepancia epistemológica al respecto de la concepción de la Psicología del individuo, pues no todos coincidimos en la existencia de una “mente,” o un “sistema operativo,” como mencionamos hace un par de párrafos. Afortunadamente, este trabajo no pretende bogar en tales menesteres. Lo innegable es que es el ser humano quien opera el vehículo, sin importar la cantidad de artilugios tecnológicos que un automóvil posea, aquello que ocurre más allá del volante se rige por las normas de aquello que nos hace humanos. Ya ni siquiera podemos hablar de un problema como tal, la Movilidad no es un “problema” que requiera de solución, es un fenómeno complejo al nivel de Edgar Morin, es una manifestación de la vida humana en todo su esplendor. El ciudadano de la Ciudad de México promedio pasa una tercera parte de su vida en ella, la ciudad más grande del mundo tiene la movilidad más grande del mundo, y las experiencias individuales que se pueden apreciar en los medios comunes pueden llegar a ser hasta aterradoras. Basta de ejemplo las niñas que murieron ahogadas en una banqueta afuera de un concierto por una coladera mal puesta. ¿Cuál es la probabilidad de morir ahogado en una banqueta?

A partir de este trabajo se busca ampliar, por un lado, la idea de la Movilidad como fenómeno, y no como propiedad de una disciplina determinada como la Ingeniería o la Psicología, es una circunstancia que requiere de múltiples disciplinas y múltiples perspectivas. No sólo eso, la partición de la comprensión de cualquier fenómeno ha abonado precisamente a la dificultad en su comprensión, de tal manera que el fenómeno está particionado en su concepción misma.

¿Qué es la Movilidad? ¿Es las ruedas de caucho de un vehículo? Tal vez es el motor de combustión interna, que, a través de la combinación de oxígeno, gasolina, y electricidad, transforma materia en desplazamiento. También es posible que sea la sustancia con la que se construye kilómetros de vías, puentes, y túneles. Por otro lado, puede que sea la regulación de los vehículos a través de láminas que debe portar el vehículo para identificar a la persona que lo posee. Definitivamente uno encuentra Movilidad en la idea de asignar un par de vagones del Metro de la Ciudad de México para uso exclusivo de mujeres, o en instaurar rampas en todos lados para las personas que las necesitan. La movilidad es un

tren que se descarrila porque no hubo suficiente supervisión en su realización, ocasionando un par de decenas de muertos. La movilidad es poder regresar a casa con el mismo bienestar con el que se salió por la mañana y preferentemente con el 80% de sus bienes.

Todo lo que hay en este planeta es finito (Ruppert, 2009). Por lo tanto, el petróleo también es finito. ¿Cómo mantendremos la estructura de la sociedad misma cuando ya no haya combustibles fósiles? Esta versión de la realidad no tiene un Dr. Hari Seldon que nos explique cómo vamos a sobrevivir la pérdida del conocimiento y la ciencia (Asimov, 1951), ya ni pensar cómo sobreviviremos los próximos veinte años. La problemática que nuestra sociedad va a enfrentar en los próximos veinte años tiene que ver directamente con la Movilidad: el agua y el petróleo. Cuando producir gasolina sea más costoso que su precio de venta, simplemente carecerá de sentido mantener el modelo de industria como tal (Ruppert, op cit.). ¿Qué es lo que le pasa a un país cuando se queda sin petróleo? Toda la dinámica social, política y económica se detiene.

Por el otro lado, se busca contemplar el fenómeno desde una perspectiva humana. La participación del ser humano en la movilidad no se restringe al acto de colocar las manos sobre el volante mismo. Los esfuerzos anteriores de la serie Supervivencia Vial (Dorantes-Argandar, 2016, 2022, 2024) buscaron determinar qué tan vasto es el mundo de la Movilidad. Se encontraron concepciones y categorizaciones que permiten compartimentalizar y comprender una parte del fenómeno. Hay quienes utilizan un automóvil para la gestión de sus vidas particulares: ir al supermercado en busca de provisiones, llevar a los seres humanos de menor tamaño y edad a que se adoctrinen en una cosa llamada “vida contemporánea” (otro fenómeno transdisciplinar, si la vejez lo es, también lo tendría que ser la infancia, o será que el fenómeno realmente se llama “vida”). Otros, requieren de un vehículo automotor para ganar el sustento de sus familias y/o cumplir con sus metas persoprofesionales. Otros, ayudan a facilitar la Movilidad de otros (y otros la entorpecen y complejizan por razones hartamente complejas). El Leviathan pretende organizar, regular y homogeneizar la Movilidad, y hay quienes facilitan dicha labor. Eventualmente, la Movilidad y su comprensión se distancian muchísimo del punto de contacto entre las ruedas de un vehículo y el pavimento.

Hay mucho aún por hacer. La concepción de estos menesteres está avanzando en los países latinoamericanos (CEPAL, 2011; Dorantes Argandar et al., 2020; Dorantes-Argandar, Cerda-Macedo, Tortosa-Gil, & Ferrero-Berlanga, 2015; Dorantes-Argandar, Cerda-Macedo, Tortosa-Gil, Ferrero-Berlanga, et al., 2015; Dorantes-Argandar et al., 2024; Gabriel Dorantes-Argandar et al., 2019; G.

Dorantes-Argandar et al., 2019; Lima-Aranzaes et al., 2012; Paget-Seekins & Tironi, 2016; Rodríguez et al., 2016; Sedano-Jiménez & Dorantes-Argandar, 2022), pues como siempre los estadounidenses y los europeos llevan la ventaja. Se ha encontrado que el material científico generado en tierras hispanoparlantes (sorprendentemente) no corresponde a las nociones generadas en aquellos lugares, pero hay fuertes coincidencias a través de los países latinos. La Movilidad también es parte de los estudios latinoamericanos, porque a final de cuentas (que se repite hasta el cansancio) la Movilidad no habla de los vehículos, habla de los seres humanos.

El cuarto esfuerzo en la serie Supervivencia Vial pretende navegar hacia la complejidad, hacia una comprensión más holística del problema del siglo. No hay una disciplina o ciencia que tenga la capacidad de describirlo en su totalidad, pues tal vez es necesario que primero las disciplinas se escuchen entre sí y luego decidan el rumbo que tomaremos como ciudades, sociedades y comunidades. El futuro cada vez se observa más oscuro, y es preciso estar preparados para los cambios que acontecerán en los siguientes 20 o 30 años.

Los siguientes años nos encontrarán bogando en el mundo del motociclismo. Aparentemente no había una definición de conducción agresiva en motociclistas, la cual versa como tal: una serie de comportamientos sistemáticos llevados a cabo durante el uso de una motocicleta, los cuales consisten en dar prioridad al beneficio y bienestar de aquel que conduce la motocicleta, ignorar o reducir el bienestar de otros, o conducir de tal manera que intimida a los demás (Dorantes-Argandar et al., 2024). Tal esfuerzo nos llevó a la posibilidad de que conducir tanto un automóvil como una motocicleta (Gunson et al., 2019; Rowden et al., 2016) afecta el nivel de agresividad del usuario. Esto dio pie a un proyecto que está por terminar, es preciso mantenerse atento.

Este artículo y todo este esfuerzo se realiza *in memoriam* al Dr. Julio César Penagos Corzo, quien fuera formador de prácticamente todos los psicólogos de influencia en esta supuesta era contemporánea. El Dr. Penagos-Corzo nos deja de una manera inesperada y con mucho trabajo aún por hacer. Pareciera que somos los estudiantes los que nos estamos quedando a cargo de las escuelas, y hay momentos en los que los zapatos parecieran demasiado grandes para llenar.

Para siempre permanecerá Julio en nuestros recuerdos y en nuestros corazones. La última vez que lo vimos en persona, fue saliendo del XXIX Congreso Mexicano de Psicología, de la Sociedad Mexicana de Psicología, y platicamos en el auto camino a comer unos tacos árabes. Que Skinner y Bandura lo tengan en su gloria.

Referencias Bibliográficas

- Asimov, Isaac. (1951). *Foundation*. Doubleday & Company, Inc.
- CEPAL. (2011). Panorama social de América Latina: Eslabones claves de las brechas de exclusión social. *Cepal*.
- Dorantes Argandar, G., Barrales Díaz, C. R., Ferrero Berlanga, J., Madrigal Arroyo, M. D., Maegli Quezada, M. A., Marroquín Gracias, L. P., Tortosa Gil, F., & Villalobos Ruano, P. A. (2020). Driver stress in five Spanish-speaking countries: Construct validity of the LatinSET. *Ansiedad y Estrés*, 26(2–3), 107–111. <https://doi.org/10.1016/j.anyes.2020.06.001>
- Dorantes-Argandar, G. (2016). *Manual de Supervivencia Vial* (1st ed.). Editorial UAEM.
- Dorantes-Argandar, G. (2022). *Supervivencia Vial: Agresividad*. <http://libros.uaem.mx/producto/2581/>
- Dorantes-Argandar, G. (2024). Supervivencia vial: cultura del riesgo. In *Supervivencia vial: cultura del riesgo*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. https://doi.org/10.30973/2024/supervivencia_vial_riesgo
- Dorantes-Argandar, G., Cerda-Macedo, E. A., Tortosa-Gil, F., & Ferrero-Berlanga, J. (2015). Accidentalidad de automóviles de uso particular en México: influencia del estrés y la agresividad. *Psiencia. Revista Latinoamericana De Ciencia Psicológica*, 7(3), 418–427. <https://doi.org/10.5872/psiencia/7.3.121>
- Dorantes-Argandar, G., Cerda-Macedo, E. A., Tortosa-Gil, F., Ferrero-Berlanga, J., & Ferrero Berlanga, J. (2015). Accidentalidad De Automóviles De Uso Particular En México: Influencia Del Estrés Y La Agresividad. *Psiencia Revista Latinoamericana de Ciencia Psicológica*, 7(7), 418–427. <https://doi.org/10.5872/psiencia/7.3.121>
- Dorantes-Argandar, G., Gallardo-Estrada, M. Á., Ferrero-Pastor, E. S., & Tortosa Pérez, M. (2024). Evaluating motorcycle Rider aggression in Mexico and Spain: Construct validity for the LatinCAM. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 106, 128–134. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2024.08.011>
- Dorantes-Argandar, Gabriel, Rivera-Vázquez, E. Y., & Cárdenas-Espinoza, K. M. (2019). Measuring situations that stress public bus users in Mexico : a case study of Cuernavaca , Morelos. *Public Transport*, 11(30), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s12469-019-00215-y>
- Dorantes-Argandar, G., Rivera-Vázquez, E. Y., & Cárdenas-Espinoza, K. M. (2019). Measuring situations that stress public bus users in Mexico: a case study of Cuernavaca, Morelos. *Public Transport*, 11(3). <https://doi.org/10.1007/s12469-019-00215-y>
- Gunson, H. P., Beanland, V., & Salmon, P. M. (2019). Road-related anger in motorcyclists versus car drivers. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 62, 327–338. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2019.01.006>
- Lima-Aranzaes, C. C., Juárez-García, A., & Arias-Galicia, F. (2012). Un estudio exploratorio sobre estresores laborales en conductores de transporte público colectivo en el estado de Morelos, México. In *Agotamiento profesional y estrés: Hallazgos desde México y otros países latinoamericanos*. (1st ed.). Miguel Ángel Porrúa.
- Paget-Seekins, L., & Tironi, M. (2016). The publicness of public transport: The changing nature of public transport in Latin American cities. *Transport Policy*, 49, 176–183. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.05.003>
- Rodríguez, R. A., Virguez, E. A., Rodríguez, P. A., & Behrentz, E. (2016). Influence of driving patterns on vehicle emissions: A case study for Latin American cities. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 43, 192–206. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2015.12.008>

- Rowden, P., Watson, B., Haworth, N., Lennon, A., Shaw, L., & Blackman, R. (2016). Motorcycle riders' self-reported aggression when riding compared with car driving. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 36, 92–103. <https://doi.org/10.1016/J.TRF.2015.11.006>
- Ruppert, M. C. . (2009). *Confronting collapse*. Chelsea Green Publishing.
- Sedano-Jiménez, S., & Dorantes-Argandar, G. (2022). Inventario de Apego a las Normas en el Tránsito: validación para Cuernavaca, Morelos. *Psencia Revista Latinoamericana de Ciencia Psicológica*, 10(4).
- Shinar, D. (2007). *Traffic Safety and Human Behavior* (1st ed.). Emerald Group Publishing Limited.
- Vanderbilt, T. (2008). *Traffic* (4th ed.). Random House.

La inimputabilidad en los accidentes viales

Froylán Yasser Carlos Díaz

Froylán Carlos.

Psicólogo, especialista en psicología forense y perito auxiliar de P.J.F., con una propuesta sobre las limitaciones del sistema judicial mexicano en torno a los procesos que requieran de un peritaje en psicología.

"La igualdad tal vez sea un derecho, pero no hay poder humano que alcance jamás a convertirla en hecho".

Honorato de Balzac (1799-1850)

Inimputabilidad

La inimputabilidad un término jurídico empleado para atribuir o no la culpabilidad de un delito cometido por una persona, con grandes connotaciones en el área de la psicología, muy particularmente en la rama de la psicología forense, desde esta perspectiva, la inimputabilidad se examina a través de la evaluación de la capacidad mental de un individuo en el momento que cometió un acto criminal, ahora bien, este término lo abordaremos desde la atribución de la culpabilidad en los accidentes viales.

El termino inimputabilidad es un concepto jurídico de base psicológica del que dependen los conceptos de responsabilidad y culpabilidad. Quien carece de estas capacidades, bien por no tener la madurez suficiente, bien por sufrir graves alteraciones psíquicas, no puede ser declarado culpable ni puede ser responsable penalmente de sus actos (Imputabilidad, s.f.).

La inimputabilidad hace referencia a cuando un sujeto comete un acto clasificado como delito, pero este individuo carece de madurez mental o física. Por estos motivos la ley considera que no puede ser responsable de sus actos al tener anuladas o gravemente perturbadas la voluntad y conciencia (Enciclopedia Jurídica, 2020).

Asimismo, Farrel en su obra “Forensic Psychiatry: Essential Board Review” aborda este tema fundamentalmente desde el punto de vista de la psiquiatría forense, proporcionando una visión integral de la evaluación de la inimputabilidad y la responsabilidad penal de una persona al cometer un delito (Farrel, 2017).

La autopsia psicológica es un procedimiento de evaluación forense ampliamente reconocido en países latinoamericanos aunque prácticamente desconocido en España, cuyo objetivo principal es el esclarecimiento de muertes que tienen causa dudosa o ambigua tratando de determinar las circunstancias exactas del modo de la misma, comprender el mecanismo o modo en el que se produjo esta y determinar la intención del fallecido en cuanto a su propia muerte, siendo sus ámbitos de aplicación tan diversos como diversas sean las cuestiones que puedan plantearse. Es un procedimiento de aplicación en investigación criminal cuyo informe se erige en soporte para decisiones judiciales ya que suele ser dirigido por un psicólogo forense con amplios conocimientos en ciencias forenses y habilitado como perito judicial (Díaz, 2014).

La evaluación de la inimputabilidad en el contexto de la psicología forense implica varios pasos, que pueden incluir la revisión de registros médicos y legales, la realización de entrevistas clínicas y psicológicas, la administración de pruebas psicológicas estandarizadas y la observación del comportamiento del individuo (Heilbrun, 2009).

Son aquellos fenómenos que privan a la persona en quien concurren de la capacidad de conocer y comprender la antijuridicidad de su conducta o de autorreguladores de acuerdo con esa comprensión, por inmadurez psicológica, trastorno mental o inadaptación psico sociocultural (Ordoñez, 2016).

Los psicólogos forenses también consideran una variedad de factores que pueden influir en la capacidad mental de un individuo en el momento del delito, como los trastornos mentales diagnosticados, el abuso de sustancias, el deterioro cognitivo y los traumas psicológicos (Melton, 2018).

Inimputabilidad en el sistema legal mexicano

Hablar de alteraciones psíquicas de una persona que ha cometido un delito no es una tarea sencilla, implica una revisión exhaustiva tanto legal como psicológica, en muchos casos determinar si la persona está pasando por un estado alterado de la psique, la cual comprometa su capacidad mental, es una tarea en la cual deben intervenir especialistas, que ayudaran a determinar la culpabilidad de esa persona.

Enrique Díaz considera a las personas inimputables como: las personas que en el momento de la comisión del injusto tenían menos de 18 años, así como a quienes obraron padeciendo un trastorno mental permanente o transitorio (Aranda, 2014).

Los Códigos suelen dar por supuesta la responsabilidad penal de las personas adultas, especificando aparte los supuestos que la eximen. la línea de separación entre ambos supuestos es nítida -aunque arbitraria- en relación con la edad, pero es muy laxa y, desde luego, discutible en el caso del enajenado. Porque para la psiquiatría hoy, los criterios válidos hasta ahora, de considerar al enfermo mental como un incapaz absoluto, hace tiempo que se han puesto en cuestión, en función de que se sabe, como se ha dicho anteriormente, que la persona afecta de una enfermedad de este tipo puede tener distintos grados de comprensión o de libertad, incluso en el momento de cometer el delito (Iborra, 1994).

Agudelo señala al trastorno mental transitorio como: Bernardo Gaitán Mahecha fue quien primero habló del trastorno mental transitorio, como un fenómeno que anularía la capacidad de comprender y/o de determinarse, que no dejaría rastro alguno, que podía o no ser producido por un estado patológico o por causas meramente psíquicas como la sugestión, y que no debía haberse buscado de propósito; da como ejemplos la embriaguez del sueño, el sonambulismo natural, algunos estados delirantes. Insiste, en estos casos se excluye la culpabilidad, no por ser fenómenos de sugestión, sino por la anulación de la inteligencia y de la voluntad (Agudelo Betancur, 2019).

Así mismo, De la Espriella respecto al trastorno mental transitorio indicó que hace referencia a: Una perturbación en las funciones dependientes de la psiquis del sujeto, que produce una alteración de duración breve en la capacidad cognitiva y volitiva, y que se debe a una causa externa o interna con respecto al sujeto que la padece (Carreño, 2013).

De acuerdo con el Diccionario Panhispánico del Español Jurídico (s.f.), se define el trastorno mental transitorio como una “alteración o trastorno psíquico pasajero”. Además, encuentra que el origen del trastorno mental transitorio o también llamado ocasional puede ser endógeno y exógeno, el primero se refiere a una causa interna de la persona, esto puede ser de cierto modo una base patológica pero no para considerarse una enfermedad permanente, o puede ser el carácter y predisposición del sujeto en su actuar, y la segunda, se refiere a causas externas, como el consumo de sustancias estupefacientes o bebidas alcohólicas, o también cuando el sujeto recibe graves daños u ofensas que le provocan una reacción psíquica de emociones muy fuertes, como ira o venganza

Es así como debemos abordar la postura de nuestro sistema legal con relación a la inimputabilidad, llegando a una pregunta que en lo personal me surgió para debatir la culpabilidad de una persona al momento de cometer un hecho delictivo.

¿Qué huecos legales pudiera tener nuestro sistema legal, cuando una persona es declarada inimputable, teniendo pruebas contundentes para imputar el delito cometido, pero está comprometida emocionalmente?

Es así, que nuestro sistema legal, en el código de procedimientos penales, en su artículo 112, se denominará genéricamente imputado a quien sea señalado por el Ministerio Público como posible autor o partícipe de un hecho que la ley señale como delito (Código de Procedimiento Penales, DOF 26/01/2024).

A su vez, el Código Penal Federal, en su artículo 62 nos establece que (Código de Procedimiento Penales, DOF 26/01/2024).

En el caso de que la inimputabilidad sea permanente, el juzgador dispondrá la medida de tratamiento aplicable, ya sea en internamiento o en libertad, previo el procedimiento penal respectivo. En el primer caso, el inimputable será internado en la institución correspondiente para su tratamiento durante el tiempo necesario para su curación, sin rebasar el previsto en el artículo 33 de este Código. Si se trata de trastorno mental transitorio se aplicará la medida a que se refiere el párrafo anterior si lo requiere, en caso contrario, se le pondrá en absoluta libertad. Para la imposición de la medida a que se refiere este Capítulo, se requerirá que la conducta del sujeto no se encuentre justificada.

Además, existe una excluyente al delito en el Código Penal, en su artículo 15 fracción VII, establece como una excluyente del delito (Código Penal, DOF 14/04/2024).

Al momento de realizar el hecho típico, el agente no tenga la capacidad de comprender el carácter ilícito de aquél o de conducirse de acuerdo con esa comprensión, en virtud de padecer trastorno mental o desarrollo intelectual retardado, a no ser que el agente hubiere provocado su trastorno mental dolosa o culposamente, en cuyo caso responderá por el resultado típico siempre y cuando lo haya previsto o le fuere previsible.

Así como en el artículo 69 Bis del Código Penal (Código Penal, DOF 14/04/2024), establece que:

Si la capacidad del autor, de comprender el carácter ilícito del hecho o de determinarse de acuerdo con esa comprensión, sólo se encuentra disminuida por las causas señaladas en la fracción VII del artículo 15 de este Código, a juicio del juzgador, según proceda, se le impondrá hasta dos terceras partes de la

pena que correspondería al delito cometido, o la medida de seguridad a que se refiere el artículo 67 o bien ambas, en caso de ser necesario, tomando en cuenta el grado de afectación de la imputabilidad del autor.

El artículo 67 del Código Penal establece (Código Penal, DOF 14/04/2024).

En el caso de los inimputables, el juzgador dispondrá la medida de tratamiento aplicable en internamiento o en libertad, previo el procedimiento correspondiente. Si se trata de internamiento, el sujeto inimputable será internado en la institución correspondiente para su tratamiento. En caso de que el sentenciado tenga el hábito o la necesidad de consumir estupefacientes o psicotrópicos, el juez ordenará también el tratamiento que proceda, por parte de la autoridad sanitaria competente o de otro servicio médico bajo la supervisión de aquélla, independientemente de la ejecución de la pena impuesta por el delito cometido.

Así mismo las leyes mexicanas prevén en lo general 4 puntos de tratamiento para las personas inimputables (Código Penal, DOF 14/04/2024):

- El ingreso en un hospital psiquiátrico
- El ingreso a un establecimiento de tratamiento especial educativo
- Tratamiento psiquiátrico
- Tratamiento para dependientes de bebidas alcohólicas, estupefacientes y psicotrópicos.

Una vez conocida la postura de nuestras leyes, podemos observar que existen ciertas inconsistencias en ellas, sobre todo al tratar la inimputabilidad de las personas que cometieron delitos, ya que es muy general la manera en la que abordan la decisión de clasificar a una persona como inimputable, es así que podemos centrar nuestro interés particular en las personas que conducen cualquier medio de transporte (vehículos de combustión interna y eléctricos, bicicletas, patines y patinetas entre las comunes) bajo los efectos de algún estupefaciente o bien de la alteración de la capacidad emocional, siendo esta un atenuante como lo observamos anteriormente en los citados códigos penales.

Es así que podemos observar las generalidades que nuestro sistema legal tiene al momento de atribuir la condición de inimputabilidad a las personas que cometieron hechos delictivos, estos ya sean premeditados o accidentales, ya que en sí misma la ley no prevé el número de delitos que una persona inimputable pueda cometer, es decir, que pueden ser reincidentes en sus actos y seguirlos declarando como inimputables, ya que en lo particular no se establece la reincidencia máxima a la que pudieran estar sujetos.

Establecer el grado de culpabilidad en un juicio de inimputabilidad es una tarea sumamente delicada, así mismo definir si la persona imputada padece o no de tal episodio mental transitorio, requiere de una extensa evaluación psicológica, dicha investigación corre a cuenta del erario, además que se debe contar con personal especializado en el ramo de la psicología forense.

La ventana que tiene un juez para atribuir un delito a una persona que padece de un trastorno mental transitorio es muy amplia, no solo tenemos un sistema legal que deja abierta muchas posibilidades para dejar en libertad a una persona imputada, debemos tomar en cuenta el factor corrupción de nuestro país, nuestro sistema legal no es de los mejores valorados a nivel mundial, de acuerdo con las cifras del CPI 2023, México ocupa el lugar 31 de 180 (Secretariat, 2024), otorgándole un nivel considerablemente alto de corrupción, generalizado en su sistema de gobierno.

Inimputabilidad en delitos cometidos durante la movilidad desde la perspectiva de la Psicología Social

La psicología suele definirse como la ciencia del comportamiento humano y la psicología social como la rama de esa ciencia que se ocupa de la interacción humana. Uno de los mayores propósitos de la ciencia es el establecimiento de leyes generales mediante la observación sistemática. Para el psicólogo social, estas leyes generales se desarrollan con el fin de describir y explicar la interacción social. Esta visión tradicional del derecho científico se repite de una forma u otra en casi todas las investigaciones fundamentales en este campo (Gergen & Boechat, 2008).

Los psicólogos sociales en el área criminológica tratan de definir, diagnosticar y resolver problemas de desviaciones sociales tales como homicidio, prostitución, secuestro, robo y violación. Eventos como estos tienen importancia social y poseen los siguientes elementos en común, a saber: son conflictivos, implican la violación de reglas establecidas, la expresión de inconformidad con dichas reglas y la violación ocurre con una frecuencia suficientemente alta como para causar preocupación entre grandes números de personas. En México se considera que existe gran necesidad de estudiar estos problemas desde un punto de vista psicosocial, no solo a nivel de diagnóstico y tratamiento, sino también a nivel de prevención (Weiss, 1986).

Por otra parte, debemos abordar el concepto desde el punto de vista étnico, el manual lo que clasifica son enfermedades, pero no individuos y la simple etiqueta sólo puede servir al juez para saber que efectivamente el sujeto tenía una enfermedad mental, lo que nunca puede ser suficiente para establecer

una relación causal con el acto delictivo, y quizá vale la pena recordar otra advertencia importante del susodicho DSM-III: Cuando los criterios diagnósticos y la clasificación se utilizan para evaluar a una persona que pertenece a un grupo étnico o cultural diferente al del contexto clínico... , los criterios diagnósticos DSM-III-R deberían aplicarse con cuidado para estar seguros de su validez cultural (Iborra, 1994).

En las más diversas situaciones se puede comprobar que la actuación de una persona rutinaria se ve afectada por la presencia de otras personas, que pueden no tener ninguna relación directa con la persona que actúa. en el proceso de la conducción hay tres modelos básicos de conducta social (Soler y otros, 1997):

- La Presencia de otras personas influye sobre los estados del conductor y sus niveles de activación o impulsividad, así como su aprendizaje y su actuación.
- La conducta de otras personas actúa como clave para el desempeño personal en la tarea de conducción.
- La conducta de otras personas proporciona al conductor refuerzos positivos o negativos que influyen sobre su conducta, moldeándola de diversas formas.

También, la percepción de los conductores se encuentra influida por tres grupos de características de los otros conductores (Soler y otros, 1997):

- Los rasgos físicos, más o menos duraderos: Edad, sexo, aspecto...
- Las características de los otros conductores como: Precaución, impaciencia, aceptación de las normas, etc.
- En el tercer grupo influye la percepción de cualidades de los otros como: La arrogancia agresividad o peligrosidad...

Por un momento imagínese estar en una situación donde usted es violentado en su integridad física o la de sus seres queridos, como es el testimonio propio que a continuación le expondré.

En octubre de 2011, me encontraba estacionándome en una taquería sobre la avenida Vicente Guerrero de la ciudad de Cuernavaca estado de Morelos, al ver que no había un lugar libre para mi automóvil frente al lugar que planeaba visitar, entre a la calle más próxima, una vez que había terminado las maniobras para estacionar mi vehículo, fui sorprendido a punta de pistola por dos hombres, me pude percatar del intenso olor etílico que desprendían ambos sujetos, además de un estado eufórico en ambos, no me encontraba

solo, en ese entonces la madre de mis hijos se encontraba en el asiento del copiloto, cabe destacar que se encontraba en estado de gravidez, para ser más preciso en su 8° mes de gestación, el miedo estaba presente, en pocos segundos comprendí que debía permanecer sumamente tranquilo y hacer todo lo posible para que la situación en la que nos encontrábamos terminara lo más rápido posible, todo sucedió extremadamente expedito y solo fueron pérdidas materiales las que sufrimos en ese momento, después de retomar un poco la calma, nos fuimos lo más rápido posible a casa ya que también mi hijo mayor se encontraba al cuidado de su abuela materna, después de pasar una noche complicada emocionalmente, fui a levantar mi denuncia de robo ante el ministerio público, en ese momento mi vida quedó marcada por dos respuestas de una pregunta jamás hecha al agente público que estaba levantando mi acta de denuncia, la primera fue el móvil del robo, el cual fue por el tipo de vehículo, un vehículo alemán muy popular en aquellos años, ese vehículo estaba en la lista de los más robados en ese año, la segunda fue, tu acta solo la quieres para el seguro verdad, porque si los llegaran a capturar, los van a dejar en libertad y saldrán libres argumentando locura y sus acciones eran momentáneas(al calor de los hechos, como los dijo explícitamente), y a ti te va ir peor, porque van a saber que tú les pusiste el dedo y van a tener todos tu datos personales, además que ellos ya tienen abogados que saben cómo sacarlos rápido de esto.

En un solo instante el servidor de la nación, agente del ministerio público, normalizo un robo con violencia, una tentativa de homicidio, justificándolo con el “estado de estupor” que presentaban ambos sujetos, en sus coloquiales palabras, venían drogados.

En tan simples afirmaciones, el agente del ministerio público sabía que esos individuos los pondrían en libertad ya sea por el estado en el que cometieron el robo o por el precario sistema legal que tenemos, en ese momento no tenía conocimientos suficientes para saber de qué estaba hablando de la inimputabilidad que les podían otorgar a los sujetos que atentaron en contra de mi vida y la de mis seres queridos.

Desde cierta perspectiva también es un problema social, la psicología social ofrece una postura sobre el concepto de la inimputabilidad, tomando en cuenta factores sociales y psicológicos, los cuales pudieran influir en la conducta de las personas. Estudios han demostrado que las personas que han sido expuestas a entornos violentos o abusivos pueden desarrollar trastornos mentales que afectan su capacidad para tomar decisiones racionales y ejercer autocontrol (Finkelhir, 2008).

La psicología social también puede arrojar luz sobre cómo las percepciones sociales y los estigmas pueden afectar la forma en que se percibe y trata a las personas con trastornos mentales en el sistema legal. Los

prejuicios y estereotipos pueden influir en las decisiones de los jueces, jurados y abogados, lo que puede llevar a una evaluación injusta de la capacidad mental de un individuo (Corrigan, 2005).

La (Organización mundial de la Salud, 2022) puntualiza lo siguiente: Los determinantes de la salud mental y de los trastornos mentales incluyen no solo características individuales tales como la capacidad para gestionar nuestros pensamientos, emociones, comportamientos e interacciones con los demás, sino también factores sociales, culturales, económicos, políticos y ambientales, como las políticas nacionales, la protección social, el nivel de vida, las condiciones laborales o los apoyos sociales de la comunidad. Otros factores que pueden causar trastornos mentales son el estrés, la herencia genética, la alimentación, las infecciones perinatales y la exposición a riesgos ambientales.

De igual forma la (Organización mundial de la Salud, 2022) también señala que existe una amplia gama de trastornos mentales los cuales se manifiestan de formas diversas, caracterizándose por una alteración en el pensamiento, la apreciación, el comportamiento y en general en las relaciones interpersonales. Y especifica que algunos trastornos mentales pueden ser, “la depresión, el trastorno afectivo bipolar, la esquizofrenia y otras psicosis, la demencia, las discapacidades intelectuales y los trastornos del desarrollo, como el autismo”.

En 2019, una de cada ocho personas en el mundo (lo que equivale a 970 millones de personas) padecían un trastorno mental. Los más comunes son la ansiedad y los trastornos depresivos, que en 2020 aumentaron considerablemente debido a la pandemia de COVID-19; las estimaciones iniciales muestran un aumento del 26% y el 28% de la ansiedad y los trastornos depresivos graves en solo un año. Aunque existen opciones eficaces de prevención y tratamiento, la mayoría de las personas que padecen trastornos mentales no tienen acceso a una atención efectiva. Además, muchos sufren estigma, discriminación y violaciones de los derechos humanos (Organización mundial de la Salud, 2022).

En México tres de cada 10 personas padecen algún trastorno mental a lo largo de su vida y más del 60 por ciento de la población que sufre alguno de ellos no recibe tratamiento (Instituto Mexicano del Seguro Social, 2023).

De la misma forma que fue víctima de un hecho delictivo, también he sido espectador. Aproximadamente en el 2023, me encontraba en una gasolinera sobre la calzada de Tlalpan en ciudad de México, observe a una cliente que estaba visiblemente alterada, ella había pagado su recarga de combustible en efectivo y el despachador le regreso su cambio del pago en monedas, esto la altero enormemente, ya en un estado

alterado emprendió la marcha de su vehículo a toda velocidad y se perdió en el tráfico de la ciudad hasta donde observe, al continuar mi marcha, me percate que había un accidente sobre el camino y pude ver que se trataba del mismo auto, mismo que impacto a otro vehículo desde la parte posterior, causando daños significativos a ambos vehículos, los automóviles se encontraban en la incorporación de la autopista de Cuernavaca, estos vehículos quedaron bloqueando ambos carriles del camino, al bajarme de mi auto los otros conductores me pusieron al tanto de los hechos, el conductor al que impactaron era una persona de aproximadamente 60 años de edad, con lesiones físicas como resultado del percance, la persona causante del accidente se había dado a la fuga, dejando su vehículo en el lugar de los hechos.

El percance se debió resolverse por la vía legal, al no contar con el autor de los hechos en el lugar del accidente, este se debió turnar a las autoridades conducentes y así deslindar responsabilidades.

¿Es este un caso de inimputabilidad? o simplemente un accidente vial aislado; en el supuesto que nuestro sistema legal le atribuya a la autora de este delito, la inimputabilidad, no se le podrá atribuir la autoría del delito, ni exigir la reparación de los daños, tanto materiales como las lesiones ocasionadas a la parte afectada, como lo estipula nuestro código penal, al estar en un estado emocional alterado, la persona no era capaz de comprender la gravedad de sus acciones.

Referencias Bibliográficas

- Agudelo Betancur, N. (2019). *El trastorno mental transitorio sin base patológica. Fundamentos para su diagnóstico*. Medellín: Ediciones Nuevo Foro.
- Aranda, E. D. (2014). *Lecciones de Derecho Penal para el nuevo Sistema de Justicia en México*. México: Instituto de Investigaciones Jurídicas, UNAM.
- Carreño, D. I. (2013). *El trastorno mental transitorio con y sin base patológica: una revisión desde la medicina legal y el derecho*. *Revista de derecho Publico*.
- Código de Procedimiento Penales. (DOF 26/01/2024). *C.P.P.* Ciudad de México, México: Diario Oficial de la Federación.
- Código Penal. (DOF 14/04/2024). Ciudad de México, México: D.O.F.
- Corrigan, P. (2005). *On the stigma of mental illness: Practical strategies for research and social change*. Washington, D.C.: American Psychological Association.
- Díaz, C. M. (2014). *La psicología aplicada a la investigación criminal: la autopsia psicológica como herramienta de evaluación forense*. Retrieved 31 de 5 de 2024, from <http://criminet.ugr.es/recpc/16/recpc16-02.pdf>
- Diccionario Panhispánico del Español Jurídico. (s.f.). *Trastorno mental transitorio*. <https://dpej.rae.es/lema/trastorno-mental-transitorio>
- Enciclopedia Jurídica. (2020). enciclopedia Jurídica. hong Kong.
- Farrel, H. M. (2017). Forensic Psychiatry: Essential Board Review. En *Forensic Psychiatry: Essential Board Review*. Crc Press.
- Finkelhir, D. (2008). *Childhood victimization: Violence, crime, and abuse in the lives of young people*. New York, N.Y.: Oxford University Press.
- Gergen, K. J., & Boechat, F. M. (2008). A psicología social como história. *Psicologia & Sociedade*, 20(3), 475-484. Retrieved 31 de 5 de 2024, from http://scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0102-71822008000300018
- Heilbrun, K. (2009). En K. Heilbrun, *Principles of forensic mental health assessment*. New York, NY: Springer.
- Iborra, J. E. (1994). *Inimputabilidad, peligrosidad y psiquiatría*. Retrieved 2 de 6 de 2024, from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6364384>
- Imputabilidad*. (s.f.). Retrieved 4 de 3 de 2024, from Wikipedia, la enciclopedia libre. <http://es.wikipedia.org/wiki/Imputabilidad>
- Instituto Mexicano del Seguro Social. (04 de Julio de 2023). *La punta del iceberg*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/imss/articulos/la-punta-del-iceberg?idiom=es#:~:text=En%20M%C3%A9xico%20tres%20de%20cada,de%20ellos%20no%20recibe%20tratamiento>.

- Melton, G. P. (2018). *Psychological evaluations for the courts: A handbook for mental health professionals and lawyers*. New York, N.Y.: Guilford Press.
- Ordoñez, A. (2016). *Causas de Inimputabilidad*. Retrieved 2 de 6 de 2024, from <http://colombia.leyderecho.org/causas-de-inimputabilidad>
- Organización mundial de la Salud. (2022). World Health Organization. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mental-disorders>
- Secretariat, T. I. (2024). *Corruption Perceptions Index 2023*. Berlin, Alemania.
- Soler, J., Pérez-Solar, V., Puigdemont, D., Pérez-Blanco, J., Figueres, M., & Alvarez, E. (1997). *Estudio de validación del Center for Epidemiologic Studies-Depression (CES-D) en una población española de pacientes con trastornos afectivos*. *Actas Luso*.
- Weiss, S. P. (1986). La investigación en psicología social en México. *Revista Latinoamericana De Psicología*, 18(3), 351-366. Retrieved 31 de 5 de 2024, from <http://redalyc.org/pdf/805/80518301.pdf>

Estimulación transcraneal por corriente directa y habilidades relacionadas con la conducción.

Una revisión exploratoria.

Julio C. Penagos-Corzo†

Universidad de las Américas Puebla

penagos@gmail.com

Sofía López Castañeda

Universidad de las Américas Puebla

Reneé Hernández-Ramírez

Universidad de las Américas Puebla

Resumen

Este estudio explora el posible impacto de la estimulación transcraneal por corriente directa (tDCS) en las habilidades cognitivas relacionadas con la conducción de vehículos. Se destaca la importancia de habilidades como la atención sostenida, tiempos de reacción óptimos y toma de decisiones precisas para una conducción segura y eficiente. La tDCS, una técnica de neuromodulación no invasiva, ha mostrado potencial para mejorar estas habilidades cognitivas. Diversos estudios revisados indican que la tDCS puede optimizar la atención sostenida, reducir los lapsos atencionales y mejorar la discriminación perceptual, aspectos críticos para la conducción. Además, se ha observado que la tDCS puede influir positivamente en el control inhibitorio y la integración de la percepción y la acción, lo que sugiere su utilidad en la mejora del rendimiento cognitivo en conductores. Sin embargo, se reconoce la necesidad de más investigación para entender mejor cómo aplicar la tDCS de manera óptima en contextos prácticos de conducción.

Julio C. Penagos-Corzo. Es miembro de la American Psychological Association, International Society of Comparative Psychology, la Society for Neuroscience y de la Interamerican Society of Psychology. Fue coordinador del grupo de trabajo de Psicología Experimental y Comparada de la Sociedad

Interamericana de Psicología, es miembro fundador de la Red Latinoamericana de Ciencias del Comportamiento y actualmente es Vicepresidente para la Región México, Centroamérica y el Caribe de la Interamerican Society of Psychology. Fue jefe de los Laboratorios de Psicología en la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP) y actualmente pertenece al Sistema Nacional de Investigadores, al Sistema Mexicano de Investigación en Psicología y es profesor-investigador de tiempo completo en el Departamento de Psicología de la UDLAP. Sus líneas de investigación se inscriben en la Psicología Experimental y Comparada, con temas sobre auto-discriminación condicional, violencia, y creatividad. Ha presentado sus trabajos en más de medio centenar de congresos tanto internacionales como nacionales; ha dirigido más de 70 tesis; cuenta con diversas publicaciones en revistas científicas y capítulos de libros en editoriales internacionales. Asimismo, posee una patente por la invención de un dispositivo psicológico, relacionado a la Psicología Experimental y Comparada.

1. Sofía López Castañeda

Investigadora en el Instituto Universitario de Investigación en Tráfico y Seguridad Vial (INTRAS). Su trabajo se centra en el análisis de factores humanos y la psicología aplicada a la movilidad. Ha destacado por sus estudios sobre el comportamiento de conductores y la percepción del riesgo, aportando una visión científica y empírica esencial para el desarrollo de políticas de seguridad vial más efectivas y humanas.

2. René Hernández-Ramírez

Académica e investigadora con un enfoque especializado en la seguridad vial y el comportamiento del usuario. Su labor en proyectos de investigación internacional ha permitido desglosar las variables psicológicas que influyen en la siniestralidad. Es reconocida por su capacidad para integrar el análisis estadístico con intervenciones prácticas destinadas a mejorar la convivencia en las vías públicas.

Introducción

La conducción segura y eficiente requiere de habilidades cognitivas clave como atención sostenida (Burgoyne & Engle, 2020), tiempos de reacción óptimos (Choudhary & Velaga, 2017) y toma de decisiones acertada (Peña, 2023). Estos factores impactan directamente en el desempeño al volante. Sin embargo, manejar vehículos motorizados, especialmente en entornos urbanos complejos y de alto tráfico, supone una considerable demanda cognitiva que puede derivar en fatiga (Hashemi Nazari et al., 2017),

disminución de la atención (Charlton & Starkey, 2011) y tiempos de respuesta inadecuados (Rumar, 1990).

Ante este escenario, diversas tecnologías han sido exploradas para potenciar las capacidades cognitivas de los conductores. Desde entrenamiento con realidad virtual (Baqapuri et al., 2023) hasta retroalimentación biológica (Skalski et al., 2021), estos enfoques han mostrado resultados prometedores. No obstante, una técnica novedosa denominada estimulación transcraneal por corriente directa o tDCS (por sus siglas en inglés) ha emergido como una alternativa de neuroestimulación no invasiva con potencial para mejorar ciertas funciones cerebrales (Metelski et al., 2024).

La tDCS ha mostrado efectos positivos en la optimización de habilidades cognitivas (Jacobson et al., 2012). Por ello, su aplicación en la conducción podría conducir a conductores más atentos, con reacciones más rápidas ante imprevistos y una mejor toma de decisiones al volante. Esta técnica representaría un enfoque complementario e innovador para abordar los desafíos cognitivos inherentes al manejo automotriz.

tDCS

La estimulación cerebral no invasiva es capaz de modular los procesos psicológicos por medio de la alteración de la actividad y excitabilidad cerebral (Shin et al., 2015). Algunas formas de este tipo de estimulación cerebral o neuromodulación incluyen a la estimulación cerebral profunda, la estimulación magnética transcraneal y la estimulación transcraneal por corriente continua y por corriente directa (Johnson et al., 2013; Lewis et al., 2016).

En la neuromodulación vía tDCS se suministran corrientes directas de baja amplitud al cerebro a través de dos electrodos (ánodo y cátodo) dispuestos en el cuero cabelludo (Kekic et al., 2016). Con el ánodo sucede la excitabilidad o actividad espontánea y con el cátodo se da la inhibición o reducción de la actividad (Lavezzi et al., 2022; Stagg et al., 2018). En una revisión de la literatura se señala que la tDCS ajusta la actividad neuronal cambiando el potencial de reposo de la membrana; dependiendo de la polaridad, puede tener efectos opuestos (Brunoni et al., 2011). Usualmente la estimulación por medio de tDCS aplica corrientes débiles de entre 0.5 mA y 3.0 mA, en sesiones de 10 a 30 minutos y las zonas más comunes de aplicación son corteza prefrontal y corteza prefrontal dorsolateral (Hu et al., 2024; Lau et al., 2024) así, como la corteza motora primaria y suplementaria (Nguyen et al., 2024). Aunque esto dependerá de los procesos que se pretendan estimular. Por ejemplo, se ha reportado la estimulación de la corteza

prefrontal dorsolateral izquierda (LDLPFC) en relación con la memoria de trabajo (Boggio et al., 2006) y habilidad de planeación (Dockery et al., 2009) entre otras. Por otra parte, la estimulación de la corteza motora primaria se ha vinculado con desempeños motores en la enfermedad de Parkinson (Firouzi et al., 2024).

Se han reportado diversos beneficios relacionados con el uso de tDCS, sin que este uso sea riesgoso o tenga efectos adversos mayores. Por ejemplo, se ha encontrado un aumento el rendimiento cognitivo, independientemente del intervalo entre las sesiones de estimulación, con efectos adversos menores sin significancia estadística, como hormigueo y prurito (Brunoni et al., 2011). También se han reportado efectos positivos en funciones cognitivas superiores diversas como memoria, habla, cognición y funciones ejecutivas (Tedla et al., 2023).

Procesos cognitivos relacionados con la conducción y tDCS

La investigación sobre los procesos cognitivos y su relación con las habilidades para conducir vehículos motorizados ha revelado varios hallazgos significativos. La atención sostenida y el control inhibitorio son fundamentales para prevenir errores de conducción y accidentes. En este sentido, se ha reportado que los lapsos atencionales están asociados con una baja vigilancia y fallos cognitivos, y se ha destacado la utilidad del *Driver Behaviour Questionnaire* (DBQ) para estudiar la inatención del conductor (Roca et al., 2013). Por otra parte, la evidencia indica que una pobre inhibición y atención sostenida se correlacionan significativamente con comportamientos de conducción aberrantes y errores de conducción, lo que sugiere que la impulsividad puede subyacer a estos comportamientos (Tabibi et al., 2015). Evidencia adicional muestra que la distracción y la inatención contribuyen al 80% de los accidentes de tráfico, además de retrasar los tiempos de respuesta de los conductores (Dozza, 2013). La atención a tareas secundarias y la mirada fuera de la carretera son factores críticos que afectan negativamente los tiempos de reacción (Dozza, 2013). El tiempo de reacción es tan sensible, que incluso la ubicación de botones en el interior del coche afecta el tiempo visual fuera de la carretera, y se ha encontrado que una mayor desviación de la línea de visión normal aumenta el tiempo visual fuera de la carretera, lo cual podría estar relacionado con la discriminación perceptual y el control motor (Dukic et al., 2005). En conjunto, estos estudios subrayan la importancia de diversos procesos cognitivos, como la atención, la memoria de trabajo, el control inhibitorio y la discriminación perceptual, en la conducción segura y efectiva.

Atención

La atención comprende un amplio conjunto de procesos, como el estado de alerta, la orientación, el control ejecutivo y los componentes ejecutivos de vigilancia -detectar objetivos infrecuentes- y de excitación -mantener una reacción rápida- (Luna et al., 2020). Por ello, resulta evidente su papel en la conducta de conducción o manejo.

Se ha reportado que la estimulación con tDCS puede mitigar la disminución de la vigilancia ejecutiva, es decir detectar objetivos infrecuentes (Luna et al., 2020). Esto implicaría que, al mantener dicha vigilancia en un nivel óptimo, podría existir un menor riesgo de accidentes en la conducción causados por estímulos que debieron ser atendidos y no lo fueron. Lo anterior resulta congruente con un estudio que encontró que la estimulación de la corteza prefrontal lateral dorsal (DLPFC) durante cinco días consecutivos produjo una mejora en la atención medida a través del potencial relacionado al evento (ERP) P600 en una tarea denominada *Integrated Visual and Auditory-Adult Edition (IVA-AE)* (Moezzi et al., 2023). Un potencial relacionado al evento (ERP) se refiere a las respuestas eléctricas específicas del cerebro, medibles mediante electroencefalografía (EEG), que son el resultado de un proceso cognitivo en respuesta a estímulos externos o internos (Luck, 2014). El potencial P600 está relacionado con el procesamiento semántico y sintáctico, pero también con la atención (Contier et al., 2022). Por su parte la tarea IVA-AE consiste en mantener la atención constante y responder selectivamente a estímulos específicos mientras se ignoran otros (Tinius, 2003). Así, un aumento de la amplitud del potencial P600, como el reportado en el estudio, implica una mejora en el procesamiento atento debido a la naturaleza de la tarea. Lo anterior resulta congruente con otros estudios de ERP's. Por ejemplo, se ha visto que la tDCS anodal en la DLPFC izquierda aumenta la amplitud del componente P300, modulando potencialmente la atención selectiva, la monitorización de conflictos y la inhibición de la respuesta (Dubreuil-Vall et al., 2019). El P300, también conocido como onda P3, es un componente potencial relacionado con eventos (PRE) de la actividad eléctrica del cerebro que se produce durante los procesos de toma de decisiones ante estímulos infrecuentes (Polich, 2007).

Sin embargo, es importante destacar que si la carga cognitiva es muy alta el rendimiento atencional disminuye con tDCS, en lugar de mejorarlo (Roe et al., 2016). Además, las zonas de estimulación juegan un papel importante. Por ejemplo, la tDCS administrada en la corteza parietal posterior bilateralmente induce artificialmente algo llamado negligencia atencional (Tsujimoto et al., 2022). Ésta se refiere a la incapacidad o dificultad para percibir, prestar atención o reaccionar ante los estímulos (Schenk & Karnath,

2012). Por otro lado, se ha reportado que la administración tDCS anodal a la corteza prefrontal dorsolateral izquierda (DLPFC) y tDCS catodal a la región supraorbital derecha mejoraron la atención sostenida (Riley et al., 2022).

Tiempo de reacción

Existen resultados contradictorios sobre el efecto positivo de la estimulación con tDCS y tiempos de reacción. En este sentido, se ha reportado que la tDCS sobre la corteza motora primaria no tiene un efecto significativo o fiable sobre el tiempo de reacción motor visual de corta duración, independientemente de la polaridad, la intensidad de estimulación, el montaje de electrodos o la relación con la tarea (Horvath et al., 2016). Sin embargo, sí se han encontrado efectos significativos en otras medidas de tiempo de reacción, por ejemplo, la latencia del potencial P600 (Moezzi et al., 2023) y del potencial P300 (Dubreuil-Vall et al., 2019).

Por otro lado también se ha visto que con paciente con trastornos motores, la tDCS durante la práctica motora reduce el tiempo de reacción y la tasa de errores, mejorando el aprendizaje motor (Ouyang, 2023)

Habilidades de discriminación perceptual

La estimulación transcraneal por corriente directa ha mostrado tener un impacto significativo en las habilidades de discriminación perceptual, lo que a su vez puede influir en actividades cotidianas como la conducción de autos. Diversos estudios han investigado cómo la tDCS puede modular la percepción y el aprendizaje perceptual, proporcionando una base sólida para explorar sus aplicaciones en contextos prácticos.

Un estudio amplio que utilizó una combinación de tDCS y electroencefalografía (EEG) encontró que la tDCS aumentó el efecto de inversión facial, lo que sugiere una mejora en la precisión perceptual. Esta mejora se correlacionó con modulaciones en el componente N170 de los potenciales evocados, indicando una disociación entre la amplitud y la latencia del N170 en respuesta a la tDCS (Civile et al., 2024). Estos hallazgos resultan relevantes, dado que una mejor percepción de objetos es fundamental para la toma de decisiones rápidas y precisas, como las requeridas en la conducción.

Además, se ha observado que la tDCS puede mejorar la integración de la percepción y la acción. Por ejemplo, un estudio reveló que la aplicación de tDCS facilitó el aprendizaje motor y perceptual, lo

que sugiere que la tDCS no solo mejora la percepción aislada, sino también su integración con acciones subsiguientes (Johari et al., 2023). Esto es especialmente importante en la conducción, donde la percepción del entorno y la ejecución de respuestas motoras deben estar altamente coordinadas.

Otro estudio destaca que la tDCS puede tener efectos duraderos en la plasticidad neuronal, mejorando así el rendimiento en tareas perceptuales complejas. En este sentido, existe evidencia que la tDCS aumenta la precisión en tareas de discriminación visual (Lian et al., 2024), un componente esencial en la conducción segura y eficiente. Esta plasticidad neuronal indica que los beneficios de la tDCS podrían extenderse más allá de la estimulación inmediata, proporcionando mejoras sostenidas en la capacidad perceptual.

También se ha reportado que la tDCS puede mejorar las habilidades de memoria, aprendizaje y la percepción visual (Clark et al., 2012; Coffman et al., 2012), así como aumentar la sensibilidad perceptual y mejorar la detección de cambios en el entorno visual (Nankoo et al., 2021). Lo anterior sugiere que dicha estimulación podría ser utilizada para mejorar la capacidad de los conductores para recordar y procesar información visual rápidamente.

La neuromodulación en cuestión también ha mostrado ser eficaz en la modulación de la percepción sensorial y la cognición. En un experimento, los participantes mostraron mejoras significativas en la discriminación de estímulos visuales y auditivos después de recibir tDCS (Molero-Chamizo et al., 2018), lo que sugiere una capacidad mejorada para procesar información sensorial crítica en entornos dinámicos como la conducción.

Control ejecutivo

El control ejecutivo de la acción voluntaria implica no sólo la elección entre una serie de acciones posibles, sino también la inhibición de respuestas según lo exijan las circunstancias (Hsu et al., 2011). En el manejo, tanto la elección, en la toma de decisiones, como el control de impulsos, como parte del control inhibitorio o inhibición de respuestas, son esenciales (Fastenmeier & Gstalter, 2007). Ambos procesos pueden ser mejorados por tDCS (Ouellet et al., 2015). Por ejemplo, se ha reportado que la tDCS dirigida al área motora pre-suplementaria mejora la velocidad de toma de decisiones y el control inhibitorio en adultos mayores sanos (Fujiyama et al., 2022). Éste último puede tener un incremento en su eficiencia con tDCS anodal, pero ha mostrado deterioro con tDCS catodal (Hsu et al., 2011). Sin embargo, la tDCS

catodal izquierda de la corteza prefrontal dorsolateral (DLPFC) sí mejora el control inhibitorio (Nejati et al., 2020).

tDCS y conducción

La aplicación de tDCS para mejorar las habilidades de conducción es limitada a la fecha, y los pocos estudios muestran resultados poco concluyentes y a veces contradictorios. Por ejemplo, se ha reportado que tDCS prefrontal izquierda puede no alterar las habilidades de conducción pero quizá podría tener una influencia en el comportamiento de conducción que requiere procesos de control ejecutivo (Brunnauer et al., 2018). Por otro lado, en un estudio que utilizó un simulador de conducción, la tDCS anodal aplicada sobre la DLPFC izquierda y derecha tuvo efectos positivos. Los resultados de este estudio mostraron que la estimulación mejora la capacidad de los conductores para seguir carriles y mantener una velocidad adecuada, lo que sugiere que la tDCS puede mejorar habilidades fundamentales para la conducción segura (Pope et al., 2018).

En otro trabajo, también sobre los efectos de la tDCS en un simulador de conducción se encontró que la estimulación mejoró la atención sostenida y redujo las infracciones de tráfico (Facchin et al., 2023). Estos hallazgos son relevantes, ya que la atención sostenida es una habilidad esencial para la conducción segura y eficiente.

La conducción cuidadosa, al menos en escenarios virtuales, puede verse afectada positivamente por la estimulación anodal de la DLPFC, tanto izquierda como derecha (Beeli et al., 2008). Esto sugiere que la tDCS puede modular comportamientos complejos como la conducción, posiblemente a través del fortalecimiento del control ejecutivo (Beeli et al., 2008).

Comentarios finales

La tDCS ha mostrado mejorar significativamente las habilidades de discriminación perceptual, lo que sugiere su potencial aplicación en la conducción de autos. Los hallazgos de los estudios antes citados proporcionan una base sólida para argumentar a favor del uso de la tDCS como una herramienta para mejorar la seguridad y eficiencia en la conducción, mediante la mejora de las capacidades perceptuales y motoras integradas. La tDCS presenta varias ventajas prácticas sobre otras modalidades de neuromodulación. Por ejemplo, tiene un perfil de seguridad-factibilidad favorable, ofrece un placebo convincente, puede aplicarse bilateralmente y es portátil y barata (Kekic et al., 2016).

Sin embargo, es importante hacer notar que existe una brecha en el entendimiento sobre cómo aplicar mejor la tDCS para optimizar las habilidades perceptuales en contextos prácticos. La investigación futura debería centrarse en la aplicación específica de tDCS en la conducción, explorando cómo esta tecnología puede ser utilizada para mejorar la percepción y la respuesta en situaciones de manejo real (Mark et al., 2023).

En conclusión, la estimulación transcraneal por corriente directa (tDCS) representa una prometedora herramienta para la mejora de las habilidades cognitivas necesarias para la conducción segura. Los hallazgos revisados sugieren que la tDCS puede aumentar la atención sostenida, mejorar la discriminación perceptual y fortalecer el control inhibitorio, aspectos esenciales para la prevención de errores y accidentes al volante. Aunque los resultados iniciales son alentadores, se requiere mayor investigación que permita optimizar los protocolos de tDCS específicos para la conducción. Esta técnica podría convertirse en un complemento innovador para las estrategias actuales de formación de personas que realicen tareas de conducción, lo que contribuiría a la reducción de accidentes de tráfico y la mejora de la seguridad vial.

Referencias Bibliográficas

- Baqapuri, H. I., Roecher, E., Zweerings, J., Wolter, S., Schmidt, E. A., Gur, R. C., & Mathiak, K. (2023). Auditory neural correlates and neuroergonomics of driving assistance in a simulated virtual environment. *Journal of Neural Engineering*, 20(4), 046023. <https://doi.org/10.1088/1741-2552/ace79b>
- Beeli, G., Koeneke, S., Gasser, K., & Jancke, L. (2008). Brain stimulation modulates driving behavior. *Behavioral and Brain Functions*, 4(1), 34. <https://doi.org/10.1186/1744-9081-4-34>
- Boggio, P. S., Ferrucci, R., Rigonatti, S. P., Covre, P., Nitsche, M., Pascual-Leone, A., & Fregni, F. (2006). Effects of transcranial direct current stimulation on working memory in patients with Parkinson's disease. *Journal of the Neurological Sciences*, 249(1), 31-38. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2006.05.062>
- Brunnauer, A., Segmiller, F. M., Löschner, S., Grun, V., Padberg, F., & Palm, U. (2018). The effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) on psychomotor and visual perception functions related to driving skills. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 12. APA PsycInfo. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2018.00016>
- Brunoni, A. R., Amadera, J., Berbel, B., Volz, M. S., Rizzerio, B. G., & Fregni, F. (2011). A systematic review on reporting and assessment of adverse effects associated with transcranial direct current stimulation. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, 14(8), 1133-1145. <https://doi.org/10.1017/S1461145710001690>
- Burgoyne, A. P., & Engle, R. W. (2020). Attention Control: A Cornerstone of Higher-Order Cognition. *Current Directions in Psychological Science*, 29(6), 624-630. <https://doi.org/10.1177/0963721420969371>
- Charlton, S. G., & Starkey, N. J. (2011). Driving without awareness: The effects of practice and automaticity on attention and driving. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 14(6), 456-471. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2011.04.010>
- Choudhary, P., & Velaga, N. R. (2017). Modelling driver distraction effects due to mobile phone use on reaction time. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 77, 351-365. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2017.02.007>
- Civile, C., Waguri, E., & McLaren, I. P. L. (2024). Using transcranial direct current stimulation (tDCS) to selectively modulate the face inversion effect and N170 event-related potentials. *Perception*, 53(2), 125-142. <https://doi.org/10.1177/03010066231215909>
- Clark, V. P., Coffman, B. A., Mayer, A. R., Weisend, M. P., Lane, T. D. R., Calhoun, V. D., Raybourn, E. M., Garcia, C. M., & Wassermann, E. M. (2012). TDCS guided using fMRI significantly accelerates learning to identify concealed objects. *NeuroImage*, 59(1), 117-128. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.11.036>
- Coffman, B. A., Trumbo, M. C., Flores, R. A., Garcia, C. M., Van Der Merwe, A. J., Wassermann, E. M., Weisend, M. P., & Clark, V. P. (2012). Impact of tDCS on performance and learning of target detection: Interaction with stimulus characteristics and experimental design. *Neuropsychologia*, 50(7), 1594-1602.

<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.03.012>

- Contier, F., Weymar, M., Wartenburger, I., & Rabovsky, M. (2022). Sustained Attention as Measured by Reaction Time Variability Is a Strong Modulator for the P600, but Not the N400. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 34(12), 2297-2310. https://doi.org/10.1162/jocn_a_01918
- Dockery, C. A., Hueckel-Weng, R., Birbaumer, N., & Plewnia, C. (2009). Enhancement of Planning Ability by Transcranial Direct Current Stimulation. *The Journal of Neuroscience*, 29(22), 7271-7277. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0065-09.2009>
- Dozza, M. (2013). What factors influence drivers' response time for evasive maneuvers in real traffic? *Accident Analysis & Prevention*, 58, 299-308. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.06.003>
- Dubreuil-Vall, L., Chau, P., Ruffini, G., Widge, A. S., & Camprodon, J. A. (2019). tDCS to the left DLPFC modulates cognitive and physiological correlates of executive function in a state-dependent manner. *Brain Stimulation*, 12(6), 1456-1463. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2019.06.006>
- Dukic, T., Hanson, L., Holmqvist, K., & Wartenberg, C. (2005). Effect of button location on driver's visual behaviour and safety perception. *Ergonomics*, 48(4), 399-410. <https://doi.org/10.1080/00140130400029092>
- Facchin, A., La Rocca, S., Vacchi, L., Daini, R., Gobbo, M., Fontana, S., & Lega, C. (2023). Effects of conventional and high-definition transcranial direct current stimulation (tDCS) on driving abilities: A tDCS-driving simulator study. *Journal of Environmental Psychology*, 90, 102111. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2023.102111>
- Fastenmeier, W., & Gstalter, H. (2007). Driving task analysis as a tool in traffic safety research and practice. *Safety Science*, 45(9), 952-979. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2006.08.023>
- Firouzi, M., Baetens, K., Swinnen, E., Baeken, C., Van Overwalle, F., & Deroost, N. (2024). Does transcranial direct current stimulation of the primary motor cortex improve implicit motor sequence learning in Parkinson's disease? *Journal of Neuroscience Research*, 102(2), e25311. <https://doi.org/10.1002/jnr.25311>
- Fujiyama, H., Tan, J., Puri, R., & Hinder, M. R. (2022). Influence of tDCS over right inferior frontal gyrus and pre-supplementary motor area on perceptual decision-making and response inhibition: A healthy ageing perspective. *Neurobiology of Aging*, 109, 11-21. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2021.09.014>
- Hashemi Nazari, S. S., Moradi, A., & Rahmani, K. (2017). A systematic review of the effect of various interventions on reducing fatigue and sleepiness while driving. *Chinese Journal of Traumatology*, 20(5), 249-258. <https://doi.org/10.1016/j.cjtee.2017.03.005>
- Horvath, J. C., Carter, O., & Forte, J. D. (2016). No significant effect of transcranial direct current stimulation (tDCS) found on simple motor reaction time comparing 15 different stimulation protocols. *Neuropsychologia*, 91, 544-552. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.09.017>
- Hsu, T.-Y., Tseng, L.-Y., Yu, J.-X., Kuo, W.-J., Hung, D. L., Tzeng, O. J. L., Walsh, V., Muggleton, N. G., & Juan, C.-H. (2011). Modulating inhibitory control with direct current stimulation of the superior medial frontal

cortex. *NeuroImage*, 56(4), 2249-2257. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.03.059>

- Hu, R., Li, J., Lu, Y., Luo, H., Zhang, Y., Wang, X., Zhang, Z., & Luo, Q. (2024). The effect of transcranial direct current stimulation (tDCS) on cognitive function recovery in patients with depression following electroconvulsive therapy (ECT): Protocol for a randomized controlled trial. *BMC Psychiatry*, 24(1), 130. <https://doi.org/10.1186/s12888-024-05567-9>
- Jacobson, L., Koslowsky, M., & Lavidor, M. (2012). tDCS polarity effects in motor and cognitive domains: A meta-analytical review. *Experimental Brain Research*, 216(1), 1-10. <https://doi.org/10.1007/s00221-011-2891-9>
- Johari, K., Tabari, F., & Desai, R. H. (2023). Right frontal HD-tDCS reveals causal involvement of time perception networks in temporal processing of concepts. *Scientific Reports*, 13(1), 16658. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-43416-z>
- Johnson, M. D., Lim, H. H., Netoff, T. I., Connolly, A. T., Johnson, N., Roy, A., Holt, A., Lim, K. O., Carey, J. R., Vitek, J. L., & Bin He. (2013). Neuromodulation for Brain Disorders: Challenges and Opportunities. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 60(3), 610-624. <https://doi.org/10.1109/TBME.2013.2244890>
- Kekic, M., Boysen, E., Campbell, I. C., & Schmidt, U. (2016). A systematic review of the clinical efficacy of transcranial direct current stimulation (tDCS) in psychiatric disorders. *Journal of Psychiatric Research*, 74, 70-86. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2015.12.018>
- Lau, C. I., Liu, M.-N., Cheng, F.-Y., Wang, H.-C., Walsh, V., & Liao, Y.-Y. (2024). Can transcranial direct current stimulation combined with interactive computerized cognitive training boost cognition and gait performance in older adults with mild cognitive impairment? A randomized controlled trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 21(1), 26. <https://doi.org/10.1186/s12984-024-01313-0>
- Lavezzi, G. D., Sanz Galan, S., Andersen, H., Tomer, D., & Cacciamani, L. (2022). The effects of tDCS on object perception: A systematic review and meta-analysis. *Behavioural Brain Research*, 430, 113927. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2022.113927>
- Lewis, P. M., Thomson, R. H., Rosenfeld, J. V., & Fitzgerald, P. B. (2016). Brain Neuromodulation Techniques: A Review. *The Neuroscientist*, 22(4), 406-421. <https://doi.org/10.1177/1073858416646707>
- Lian, Y., Cheng, X., Chen, Q., Huang, L., Xie, L., Wang, W., Ni, J., & Chen, X. (2024). Case report: Beneficial effects of visual cortex tDCS stimulation combined with visual training in patients with visual field defects. *Frontiers in Neurology*, 15, 1344348. <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1344348>
- Luck, S. J. (2014). *An introduction to the event-related potential technique* (Second edition). The MIT Press.
- Luna, F. G., Román-Caballero, R., Barttfeld, P., Lupiáñez, J., & Martín-Arévalo, E. (2020). A High-Definition tDCS and EEG study on attention and vigilance: Brain stimulation mitigates the executive but not the arousal vigilance decrement. *Neuropsychologia*, 142, 107447. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2020.107447>
- Metelski, N., Gu, Y., Quinn, L., Friel, K. M., & Gordon, A. M. (2024). Safety and efficacy of non-invasive brain

- stimulation for the upper extremities in children with cerebral palsy: A systematic review. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 66(5), 573-597. <https://doi.org/10.1111/dmcn.15720>
- Moezzi, S., Ghoshuni, M., & Amiri, M. (2023). Transcranial direct current stimulation (tDCS) effects on attention enhancement: A preliminary event related potential (ERP) study. *Current Psychology*, 42(11), 8798-8804. <https://doi.org/10.1007/s12144-021-02190-9>
- Molero-Chamizo, A., Alameda Bailén, J. R., Garrido Béjar, T., García López, M., Jaén Rodríguez, I., Gutiérrez Lérica, C., Pérez Panal, S., González Ángel, G., Lemus Corchero, L., Ruiz Vega, M. J., Nitsche, M. A., & Rivera-Urbina, G. N. (2018). Poststimulation time interval-dependent effects of motor cortex anodal tDCS on reaction-time task performance. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 18(1), 167-175. <https://doi.org/10.3758/s13415-018-0561-0>
- Nankoo, J.-F., Madan, C. R., Medina, O., Makepeace, T., & Striemer, C. L. (2021). Cerebellar tDCS Alters the Perception of Optic Flow. *The Cerebellum*, 20(4), 606-613. <https://doi.org/10.1007/s12311-021-01245-8>
- Nejati, V., Salehinejad, M. A., Nitsche, M. A., Najian, A., & Javadi, A.-H. (2020). Transcranial Direct Current Stimulation Improves Executive Dysfunctions in ADHD: Implications for Inhibitory Control, Interference Control, Working Memory, and Cognitive Flexibility. *Journal of Attention Disorders*, 24(13), 1928-1943. <https://doi.org/10.1177/1087054717730611>
- Nguyen, T. X. D., Mai, P. T., Chang, Y.-J., & Hsieh, T.-H. (2024). Effects of transcranial direct current stimulation alone and in combination with rehabilitation therapies on gait and balance among individuals with Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 21(1), 27. <https://doi.org/10.1186/s12984-024-01311-2>
- Ouellet, J., McGirr, A., Van Den Eynde, F., Jollant, F., Lepage, M., & Berlim, M. T. (2015). Enhancing decision-making and cognitive impulse control with transcranial direct current stimulation (tDCS) applied over the orbitofrontal cortex (OFC): A randomized and sham-controlled exploratory study. *Journal of Psychiatric Research*, 69, 27-34. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2015.07.018>
- Ouyang, C. T. (2023). Temporal effects of tDCS on motor learning behavior. *BIO Web of Conferences*, 72, 02001. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20237202001>
- Peña, A. (2023). *Diseño de un Modelo de Toma de Decisiones Multicriterio en la Priorización de Estrategias a Implementar para la Mejora de la Cultura Vial de los Conductores en la Ciudad de Barranquilla*. Departamento de Productividad e Innovación, Universidad De La Costa Maestría en Ingeniería.
- Polich, J. (2007). Updating P300: An integrative theory of P3a and P3b. *Clinical Neurophysiology*, 118(10), 2128-2148. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2007.04.019>
- Pope, C. N., Stavrinou, D., Vance, D. E., Woods, A. J., Bell, T. R., Ball, K. K., & Fazeli, P. L. (2018). A pilot investigation on the effects of combination transcranial direct current stimulation and speed of processing cognitive remediation therapy on simulated driving behavior in older adults with HIV. *Transportation*

Research: Part F, 58, 1061-1073. Academic Search Ultimate.

- Riley, E. A., Verblauw, M., Masoud, H., & Bonilha, L. (2022). Pre-frontal tDCS improves sustained attention and promotes artificial grammar learning in aphasia: An open-label study. *Brain Stimulation*, 15(5), 1026-1028. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2022.07.006>
- Roca, J., Lupiáñez, J., López-Ramón, M.-F., & Castro, C. (2013). Are drivers' attentional lapses associated with the functioning of the neurocognitive attentional networks and with cognitive failure in everyday life? *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 17, 98-113. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2012.10.005>
- Roe, J. M., Nesheim, M., Mathiesen, N. C., Moberget, T., Alnæs, D., & Sneve, M. H. (2016). The effects of tDCS upon sustained visual attention are dependent on cognitive load. *Neuropsychologia*, 80, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.11.005>
- Rumar, K. (1990). The basic driver error: Late detection. *Ergonomics*, 33(10-11), 1281-1290. <https://doi.org/10.1080/00140139008925332>
- Schenk, T., & Karnath, H.-O. (2012). Neglect and attention: Current trends and questions. *Neuropsychologia*, 50(6), 1007-1009. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.03.029>
- Shin, Y.-I., Foerster, Á., & Nitsche, M. A. (2015). Transcranial direct current stimulation (tDCS) – Application in neuropsychology. *Neuropsychologia*, 69, 154-175. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.02.002>
- Skalski, S., Pochwatko, G., & Balas, R. (2021). Effect of HEG biofeedback on selected cognitive functions—Randomized study in children with ADHD and neurotypical children. *Infant and Child Development*, 30(4), e2242. <https://doi.org/10.1002/icd.2242>
- Stagg, C. J., Antal, A., & Nitsche, M. A. (2018). Physiology of Transcranial Direct Current Stimulation. *The Journal of ECT*, 34(3), 144-152. <https://doi.org/10.1097/YCT.0000000000000510>
- Tabibi, Z., Borzabadi, H. H., Stavris's, D., & Mashhadi, A. (2015). Predicting aberrant driving behaviour: The role of executive function. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 34, 18-28. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2015.07.015>
- Tedla, J. S., Sangadala, D. R., Reddy, R. S., Gular, K., & Dixit, S. (2023). High-definition trans cranial direct current stimulation and its effects on cognitive function: A systematic review. *Cerebral Cortex*, 33(10), 6077-6089. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhac485>
- Tinius, T. P. (2003). The Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test as a neuropsychological measure. *Archives of Clinical Neuropsychology: The Official Journal of the National Academy of Neuropsychologists*, 18(5), 439-454.
- Tsujimoto, K., Nishida, D., Tahara, M., Liu, M., Tsuji, T., & Mizuno, K. (2022). Neural correlates of spatial attention bias: Changes in functional connectivity in attention networks associated with tDCS. *Neuropsychologia*, 177, 108417. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2022.108417>

Planes de movilidad segura y sostenible en grandes empresas

Cosme Fernández Benítez

UV - INTRAS

Mireia Faus Real

UV - INTRAS

Francisco Alonso Pla

UV – INTRAS

Macarena Tortosa Pérez

Valencian International University

Resumen

Los accidentes laborales de tráfico son una problemática creciente que afecta negativamente a trabajadores y empresas. Los desplazamientos de los empleados presentan características diferenciales que repercuten en el riesgo de experimentar un accidente o incidente vial. El hecho de ser trayectos rutinarios, la presión de tiempo para llegar al puesto de trabajo o la aglomeración de vehículos en horas punta son variables que influye en el estrés y el estado de los conductores y, en consecuencia, en su conducta al volante. En este sentido, las empresas pueden desarrollar acciones enmarcadas en sus planes de movilidad segura y sostenible que contribuyan a la reducción de la siniestralidad vial, especialmente en este tipo de desplazamiento. Estas acciones pueden estar dirigidas a la gestión de los desplazamientos in itinere de los trabajadores, así como a la formación y sensibilización para concienciar sobre los peligros de estos trayectos, fomentar el transporte sostenible y proporcionar recomendaciones para una conducción segura. El presente capítulo de libro expone información de interés para las empresas sobre los accidentes laborales de tráfico y presenta los principales hallazgos de un estudio sobre prevalencia de este tipo de siniestros viales realizado en una empresa española.

3. Cosme Fernández Benítez

Jurista de reconocida trayectoria, vinculado a la Administración de Justicia en España. Con una profunda experiencia en el ámbito del derecho procesal y civil, ha colaborado en diversas publicaciones técnicas que analizan la aplicación de la ley en contextos institucionales. Su enfoque se caracteriza por el rigor analítico y una defensa constante de la seguridad jurídica y la modernización del sistema judicial.

4. Mireia Faus Real

Especialista en psicología y salud aplicada al tráfico. Su carrera se ha desarrollado en la intersección entre la investigación académica y la consultoría técnica. Ha participado en estudios clave sobre la fatiga, el estrés y otros factores psicofisiológicos que afectan a los conductores profesionales. Su visión es fundamental para entender la salud mental como un pilar de la prevención de accidentes.

5. Francisco Alonso Pla

Doctor en Psicología y Director del INTRAS de la Universidad de Valencia. Es una de las autoridades más influyentes en España en el ámbito de la seguridad vial y el transporte. Con cientos de publicaciones académicas y una vasta experiencia liderando proyectos europeos, su trabajo ha transformado la manera en que se entiende la movilidad sostenible. Su perspectiva estratégica es el eje vertebral de esta colección.

6. Macarena Tortosa Pérez

Investigadora y experta en psicología aplicada, con un enfoque particular en la educación vial y los factores humanos. Ha colaborado estrechamente en el desarrollo de programas formativos y de evaluación para conductores. Su trabajo destaca por traducir la teoría académica en herramientas prácticas que impactan directamente en la reducción de infracciones y la mejora de la cultura vial.

1. Introducción

Los desplazamientos in itinere y en misión son dos términos fundamentales en el ámbito laboral que abarcan los trayectos que los trabajadores realizan como parte de sus actividades laborales. Específicamente, los desplazamientos in itinere se refieren a los trayectos que realizan los trabajadores desde su lugar de residencia hasta su lugar de trabajo y viceversa, es decir, son los trayectos que se llevan a cabo para ir y volver del trabajo. Mientras que los desplazamientos en misión implican viajes que los empleados realizan como parte de su trabajo, durante su jornada laboral.

Ambos tipos de desplazamientos están estrechamente relacionados con la jornada laboral y son considerados parte del tiempo de trabajo, lo que significa que cualquier accidente o incidente que ocurra durante estos desplazamientos es considerado un accidente laboral, sujeto a las leyes y regulaciones de seguridad laboral y compensación de trabajadores (Ortega, 2014).

En consecuencia, los accidentes in itinere representan una preocupación significativa en el ámbito laboral, ya que este tipo de siniestros se han convertido en una de las primeras causas de muerte por accidente laboral. Esta situación se agudiza especialmente en grandes empresas donde la movilidad diaria de los empleados es una constante. Estos accidentes no solo impactan la seguridad y el bienestar de los trabajadores, sino que también tienen consecuencias económicas y operativas para las organizaciones.

La creciente importancia de esta problemática ha provocado que en algunos países se contemple la obligación de que las empresas desarrollen políticas activas de prevención, con el objetivo de lograr una movilidad para sus plantillas (Rogel, 2022). La piedra miliar de esas políticas debe ser los planes de movilidad segura que, recientemente, se han convertido en planes de movilidad segura y sostenible.

En este capítulo, exploraremos en detalle los desafíos que enfrentan las grandes empresas en cuanto a la seguridad y sostenibilidad de la movilidad laboral, centrándonos específicamente en los accidentes in itinere, examinando la prevalencia y las causas subyacentes de estos accidentes y ofreciendo recomendaciones sobre las potenciales estrategias y acciones que pueden desarrollar las empresas para prevenir los accidentes in itinere.

2. Principales riesgos de los desplazamientos in itinere

A pesar de que, en los países desarrollados, los accidentes laborales de tráfico suponen entre un 25 y un 40% de los fallecimientos por accidentes laborales, no solo hay lagunas en las legislaciones, sino que también hay escasos estudios sobre los factores de riesgo y cómo prevenirlos (Abd et al., 2022; Abdullah, 2021).

En cualquier caso, la evidencia sí ha identificado algunas características específicas de los trayectos in itinere que influyen en el riesgo de verse implicado en un siniestro de tráfico. Se trata de desplazamientos rutinarios, lo que implica que los trabajadores realizan trayectos monótonos que aumentan potencialmente el riesgo de distracciones y falta de atención a la vía (Steinberger et al., 2017). Además, los horarios de

entrada y salida de los puestos de trabajo provocan que muchos empleados tengan que desplazarse en horas punta en las que un gran número de vehículos circulan a la vez, provocando condiciones de tráfico adversas, como atascos y congestión vehicular en las vías urbanas e interurbanas (Chow, 2014).

Este escenario, junto con las potenciales prisas y presión de tiempo que enfrentan muchos usuarios para llegar a su puesto de trabajo puntuales, repercuten en el nivel de estrés de los trabajadores (Bono et al., 2013). En esta línea, el estrés es una variable que se ha relacionado con la asunción de conductas de riesgo en la carretera, como exceder los límites de velocidad o realizar maniobras imprudentes, lo que consecuentemente aumenta el riesgo de verse implicado de un accidente in itinere (Scott-Parker et al., 2018; Thomas, 2013; Useche et al., 2021).

Complementariamente, Burch et al. (2023) indica que situaciones incívicas o desagradables en el puesto de trabajo se relacionan con comportamientos agresivos en los trayectos de vuelta a casa realizados por los empleados, aumentando sus conductas imprudentes. Adicionalmente, esta situación estresante se agudiza con la fatiga y cansancio que pueden estar experimentando los trabajadores debido a la acumulación de horas de trabajo, responsabilidades laborales y familiares u otros factores (Burch et al. 2020). Pudiendo afectar, por tanto, a su capacidad para mantenerse alerta y reaccionar rápidamente en situaciones de tráfico que así lo requieran.

3. Prevalencia de accidentes laborales de tráfico

Las cifras son muy elocuentes. En países en los que se registran estos datos, como España, los accidentes laborales se han incrementado en 2021 un 13% respecto de 2020, mientras que los accidentes laborales de tráfico lo han hecho en un 18%. Así, casi el 13% del total de los accidentes laborales son de tráfico (Asepeyo, 2022). Fueron 10.034 accidentes laborales de tráfico con baja (el 68% in itinere) de un total de casi 80.000 registrados en total en el ámbito laboral español, recuperando los datos previos a la pandemia producida por el COVID-19, la cual distorsionó la cifra por la reducción de los desplazamientos durante dicho periodo (Abellán et al., 2022). Su protagonismo aumenta con la gravedad de las consecuencias del accidente, ya que el 39% de los accidentes laborales mortales son de tráfico. Respecto a las incapacidades permanentes, el accidente laboral de tráfico es la tercera causa de ocurrencia y ocasiona una de cada diez incapacidades reconocidas (FREMAP, 2022).

La mayoría de los desplazamientos in itinere se realizan con vehículos a motor particulares, fundamentalmente automóviles y motocicletas, y estos son los vehículos con los que se producen gran parte de los accidentes de tráfico laborales. Los principales tipos de vehículos presentes en los accidentes laborales de tráfico, fueron los privados, turismos y motocicletas, seguidos por los profesionales, vehículos pesados (camiones, autobuses) y furgonetas y camionetas (Moeinaddini et al., 2015). Es reseñable que comienza a cobrar cuerpo la presencia de los vehículos de movilidad personal (VMP) (Useche et al., 2022).

El riesgo diferencial de muerte por sexo es palmario. Según los datos del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, 2022, 2023a), el 96% de los accidentes mortales lo sufren hombres, quienes, además, presentan una incidencia 21 veces mayor que las mujeres. Son algo más jóvenes (46,4 años de media) que quienes fallecen en accidente laboral (50,6 años de media), situándose el colectivo incluido en la franja de edad entre 35 y 59 años como el que tiene mayor porcentaje de accidentes laborales de tráfico mortales, si bien el índice de incidencia estigmatiza los grupos de 16 a 24 años y de 55 a 59 años como los más vulnerables.

4. Marco jurídico y definición conceptual de los accidentes laborales de tráfico

La normativa legal sobre siniestralidad vial, incluyendo la laboral, tiene un largo pasado, que se remonta hasta 1897, en el contexto español. Así, la primera norma que regula, en el ámbito administrativo y de forma específica, la Seguridad Vial a motor, es la Real Orden de 31 de Julio de 1897, con un contenido sumamente escueto que se limita a exigir el permiso de circulación para el nuevo tipo de vehículos, remitiendo en todo lo demás a las normas sobre tráfico contenidas en los Reglamentos de policía y conservación de carreteras (Lázaro, 2015).

Posteriormente, y tras algunos avances y modificaciones legislativas previas, se desarrolló el primer Código de la Circulación, en términos modernos, que fue el Código de Circulación de 25 de septiembre de 1934, el cual, a su vez, sufrió numerosas modificaciones y adaptaciones (Bermejo-Vera, 1977), hasta el actual Reglamento General de Conductores.

Una de esas modificaciones fue la inclusión y el reconocimiento legal de los hoy llamados “accidente in itinere” y “en misión” en la Ley de la Seguridad Social de 1966, aunque con otra terminología. En los años siguientes se establecieron nuevos hitos para la prevención de riesgos laborales viales. El Consejo

de las Comunidades Europeas recoge en su Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea, la obligación de establecer, mediante directivas, las disposiciones mínimas para promover la mejora, en particular, del medio de trabajo, con el fin de elevar el nivel de protección de la seguridad y de la salud de los trabajadores.

Recién iniciada la década de los años 90 del pasado siglo, se aprobaba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social. En el texto se definía explícitamente el concepto de accidente de trabajo, y accidente de trabajo de carácter vial, especificando los términos *in itinere* y *en misión*. García-García (2015) señala una serie de supuestos que, siendo de naturaleza distinta al accidente producido en el puesto de trabajo, son considerados como tales por la legislación, ampliándose así el concepto legal de esta tipología de accidentes.

La legislación llama la atención sobre un hecho trascendente, que, entre los riesgos que experimenta cualquier trabajador, uno relevante es el que corre al ir o al volver del trabajo, bien por medios públicos o privados. Resulta fácil cargar la culpa en la persona, la empleada o el empleado, el omnipresente “factor humano”, pero también la empresa empleadora tiene responsabilidades, y debe implicarse, debe incorporar entre sus actuaciones preventivas, actuaciones orientadas a la prevención de riesgos viales de sus trabajadores. En consecuencia, la colaboración con las Mutuas fue haciéndose progresivamente más intensa.

En el mismo sentido, Goizueta, Arrantes y Petrina (2007), señalaban como condiciones para considerar un accidente como accidente laboral *in itinere*: a) Que ocurra en el camino de ida o de vuelta; b) Que no se produzcan interrupciones entre el trabajo y el accidente; c) Que se emplee el itinerario habitual, no siendo necesariamente el más corto, y d) El medio de transporte ha de ser el habitual.

En cambio, el accidente “*en misión*” se pueden dividir en dos grupos atendiendo a su concepto. Por un lado, aquellos que ocurren dentro de la empresa debido a la circulación por vías interiores para traslados de personas y mercancías de una zona a otra. Y, por otro lado, aquellos que ocurren fuera de la empresa debido a desplazamientos por las vías de la red de circulación estatal (Asepeyo, 2016)

El análisis jurisprudencial de este tipo de accidente laboral, llevó a diferentes autores a señalar diversos requisitos para considerar un accidente laboral como “accidente laboral *en misión*” (Fernández-Collados; 2004; Pérez-Madrid, 2016; Sempere-Navarro, 2021). Entre los requisitos se incluye que a) El desplazamiento debe ser motivado por razón del cumplimiento de la actividad laboral, de las órdenes o

instrucciones de la empresa para realizar su trabajo y b) El accidente ha de sobrevenir en tiempo de trabajo, en cumplimiento de las órdenes del empresario. También se especifica que aquellos accidentes que sean debidos a dolo o a imprudencia temeraria del trabajador accidentado no serán considerados accidentes laborales de tráfico, excluyendo así expresamente aquellos accidentes en los que concurra intención deliberada de sufrir un accidente o imprudencia temeraria con resultado de accidente.

Así, a nivel legislativo, el reconocimiento del riesgo de los trayectos que realiza el trabajador en sus horas laborales llevaba aparejadas obligaciones empresariales respecto de la prevención de riesgos, como evaluación de riesgos, planificación de la actividad preventiva, adopción de medidas, formación e información a los trabajadores, vigilancia de la salud, entre otros (García-García, 2015). Un supuesto reforzado por el hecho de que la ley contempla un importante recargo en la cuantía de la indemnización cuando se trate de accidente de trabajo o enfermedad profesional, que debe afrontar la empresa como responsable directa de los riesgos que las provocaron. Incluso puede llegar a generar responsabilidades civiles, administrativas y/o penales.

El Real Decreto Legislativo 1/1994, por el que se aprobaba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social, abría una serie de desarrollos legales claves. Posteriormente, se publicaba el Real Decreto Legislativo 1/1995, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores, y se promulgaba la Ley 31/1995 de prevención de Riesgos Laborales.

Esta importante década para la Seguridad Laboral en general, y vial laboral en particular, se cerraba con la puesta en funcionamiento de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Se trata de un órgano colegiado asesor de las Administraciones Públicas en la formulación de las políticas de prevención y órgano de participación institucional en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Está integrada por la Administración General del Estado, Administraciones de las Comunidades Autónomas y Organizaciones Empresariales y Sindicales más representativas.

Casi inmediatamente, el Observatorio Nacional de Seguridad Vial publicaba el Plan Estratégico de Seguridad Vial 2005-2008, con unas líneas de acción que se consolidaron años posteriores con la puesta en marcha de la Estrategia de Seguridad Vial 2011-2020.

La Estrategia parte del derecho universal, dado el central papel de los vehículos en el estilo de vida actual, a una movilidad segura y sostenible. Se sustancia en el derecho que cualquier ciudadano tiene a moverse bajo unas condiciones de movilidad adecuadas y seguras con el mínimo impacto ambiental posible

(Dirección General de Tráfico, 2011). Así pues, el objetivo último de esta Estrategia es llegar a una movilidad sostenible y segura. Un camino que debe orientarse a partir de 5 ejes: movilidad ecológica, segura, universal, competitiva y saludable.

Obviamente, la nueva Estrategia incluye, dentro de sus objetivos prioritarios, el de mejorar la seguridad de los desplazamientos relacionados con el trabajo, muy numerosos dentro del patrón de movilidad de la ciudadanía dominante (Méndez-Rocasolano, 2017). Lograr que las empresas se implicasen en la prevención de la siniestralidad vial laboral era un objetivo prioritario de la estrategia. Un objetivo que no se imponía legalmente, se pretendía que las empresas descubriesen las ventajas de adoptar medidas preventivas, y de que éstas resultaran del consenso entre todas las partes, tanto empresarios como plantilla, sindicatos y administraciones.

Dentro de sus prioridades, se destaca “Mejorar la Seguridad en los desplazamientos relacionados con el trabajo” (Dirección General de Tráfico, 2011), en la que incide en la intervención activa de las empresas en los Accidentes Laborales de Tráfico in itinere y mejorar su conocimiento para facilitar una toma de decisiones más rápida y precisa. Como objetivo se marcó el reducir un 30% el número de fallecidos en accidentes labores de tráfico. Para ello resultaba clave lograr el compromiso de las empresas con la seguridad vial a través de la responsabilidad social corporativa de las organizaciones.

La situación actual viene definida por la recién presentada “Estrategia de Seguridad Vial 2022-2030” (Dirección General de Tráfico, 2022a, 2022b). Se trata de un compendio de directrices que debe guiar la actuación de las administraciones públicas, las asociaciones y entidades del sector, el mundo empresarial y el universitario durante la presente década. Adicionalmente, también se ha presentado la “Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2023-2027” en la que se ordenan las actuaciones que se llevarán a cabo por los diferentes agentes relevantes en la prevención de riesgos laborales, incluyendo los accidentes laborales de tráfico (INSST, 2023b).

5. Estudio de caso: Análisis epidemiológico de los accidentes laborales de tráfico en una empresa española.

5.1. Descripción de la empresa y variables del estudio.

Se ha realizado un estudio para identificar la prevalencia de los accidentes laborales de tráfico en una gran empresa española de grandes almacenes que cuenta con una plantilla con un elevado número de

empleados. La población objeto de estudio es todo el personal con relación laboral directa con la mencionada empresa en los cuatro centros comerciales ubicados en la ciudad de Valencia.

Se ha analizado el periodo comprendido entre 2009 y 2019, por lo que, específicamente, el personal de dichos centros estaba formado por 3.886 personas de media en los once años evaluados.

Según el Plan Tipo de Movilidad Segura y Sostenible en la Empresa (Dirección General de Tráfico, 2022a), para el análisis de los accidentes como parte del diagnóstico previo, se debe aplicar una metodología que permita sistematizar la recogida de información sobre los accidentes laborales para analizar, diagnosticar y tomar decisiones. Existen diferentes fuentes de información que deben permitir a la empresa crear un registro de los accidentes laborales viales y así poder comparar los resultados a lo largo del tiempo.

En esta línea, el origen de la información de los accidentes puede ser los partes de baja, los partes de accidente, la información transmitida por las compañías de seguros y la información procedente de los propios trabajadores. En el caso de accidentes con lesiones, existen también otras fuentes de información como son los atestados de las autoridades competentes, las entrevistas con el afectado y el informe técnico emitidos por las mutuas de prevención de riesgos de las propias empresas y, finalmente, los informes de inspecciones de trabajo.

En línea con las recomendaciones del Plan de la DGT, las variables utilizadas en el análisis de los accidentes laborales de tráfico en la empresa española descrita son los siguientes:

1. Datos identificativos de la persona accidentada: edad en el momento del accidente, sexo, estado civil, domicilio del accidentado, antigüedad en la empresa en el momento del accidente, centro de trabajo, puesto de trabajo, departamento de trabajo, distancia en km del domicilio al centro de trabajo, municipio de residencia, categoría oficial, categoría interna, tipo de contrato, clase de jornada, porcentaje de jornada sobre el total anual.
2. Datos del desplazamiento: tipología del accidente laboral de tráfico (con las categorías in itinere, distinguiendo si es al ir o al volver del trabajo e in misión).
3. Datos del accidente: día de la semana del accidente, mes del accidente, año del accidente, accidente con o sin baja, duración de la baja, coste económico para la empresa del accidente, medio de transporte del trabajador accidentado, datos del otro vehículo implicado, plantilla media del año

del accidente y tipo de daño (con las categorías alcance posterior de otro al accidentado, alcance posterior del accidentado a otro vehículo, atropello, caída e impacto).

En cuanto a las fuentes de información de los accidentes se ha recurrido al Servicio de Prevención de la propia empresa, ya que, al tener convenio con el INSS como auto aseguradora, está autorizada por la autoridad competente para que proporcione los servicios requeridos por la incapacidad temporal derivada de las contingencias de accidentes laborales (incluidos accidentes laborales de tráfico) y enfermedades profesionales. Dentro de dichas contingencias, está establecido en la política de Prevención de Riesgos Laborales de la empresa que todo accidente cuya contingencia sea laboral debe ser investigado, incluyendo la información procedente de los propios trabajadores y, en casos excepcionales, información de los partes de accidente amistosos y atestados, por lo que se dispone de información suficiente para realizar un análisis de prevalencia de este tipo de siniestros viales e identificar sus características.

5.2. Principales resultados.

Durante el periodo de 2009 a 2019, de un total de 2.501 accidentes laborales, 360 han sido accidentes de tráfico, lo que supone el 14,4% del total de accidentes laborales. La figura 1 expone la evolución temporal de los accidentes laborales en la empresa analizada.

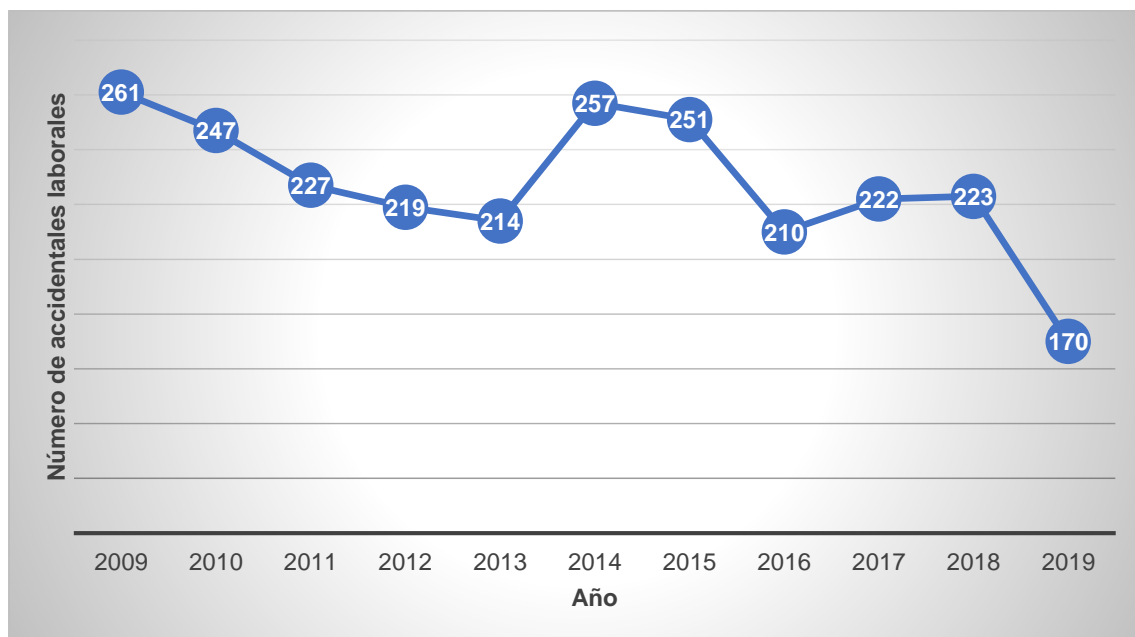


Figura 1. Evolución temporal de los accidentes laborales en la empresa analizada.

Específicamente, los accidentes laborales de tráfico se desglosan de la siguiente manera:

- El 55,8% de los siniestros han sido in itinere en el desplazamiento de ida, es decir, en el trayecto realizado por el trabajador desde su domicilio a su centro de trabajo.
- El 43,3% de los accidentes laborales de tráfico se produjeron in itinere en el desplazamiento de vuelta, es decir, durante el trayecto del trabajador de su centro de trabajo a su domicilio.
- Únicamente tres accidentes laborales de tráfico se produjeron in misión, o lo que es lo mismo, en aquellos desplazamientos realizados por el trabajador dentro de su jornada laboral por motivos profesionales, lo que supone el 0,8% del total de los accidentes laborales de tráfico.

Contrastando los datos sobre el número de empleados que conformaban la plantilla cada año, se observa que el porcentaje de personas que los han sufrido sobre el total de empleados oscila entre el 0,6% de 2011 y el 1% de 2015. Al introducir la variable temporal y generar una línea de tendencia se identifica que la proporción de personas trabajadoras que han sufrido accidentes laborales de tráfico presenta una tendencia creciente.

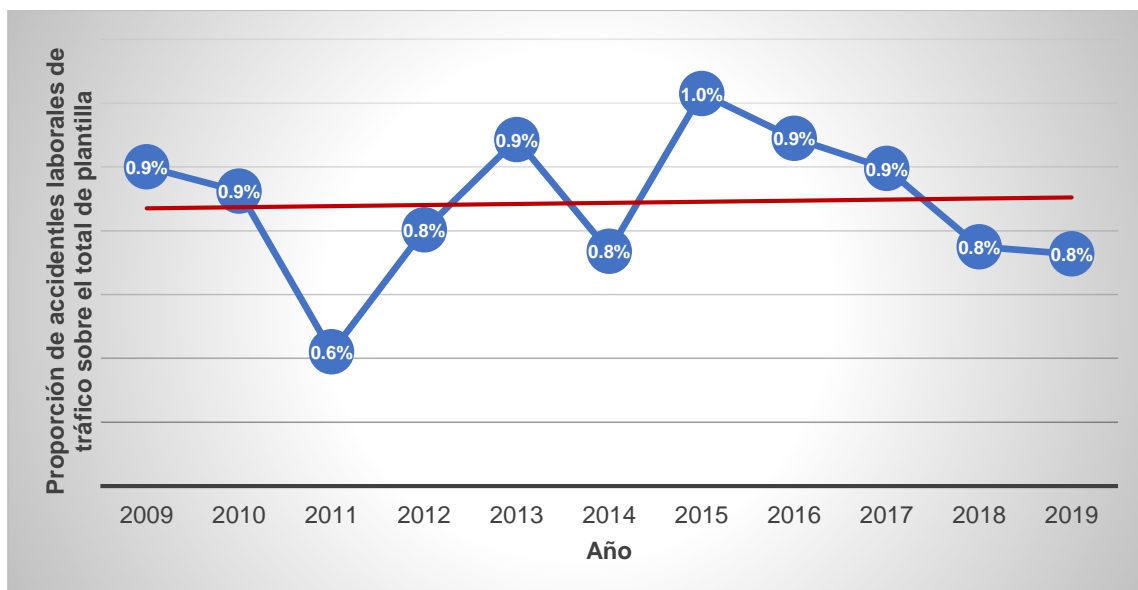


Figura 52. Proporción de accidentes laborales de tráfico sobre el número de empleados de la empresa analizada.

En relación al medio de transporte del trabajador accidentado se observa que más del 86% de los accidentes ocurren en vehículos privados conducidos por el propio del trabajador, con una distribución del 44,2% como automóviles y el 41,9% de motocicletas. En esta línea, los datos referentes a los

automóviles se pueden explicar por el elevado número de trabajadores que utiliza este medio de transporte para sus desplazamientos al trabajo. Sin embargo, a pesar de que las motocicletas son mucho menos utilizadas en este tipo de trayectos, tienen un peso similar a los automóviles en cuanto a su implicación en accidentes laborales de tráfico, lo que las identifica como un grupo de riesgo.

Por su parte, en el 71,4% de los siniestros viales existía otro vehículo implicado, mientras que en el 14,4% únicamente se accidentó el vehículo del trabajador. Consecuentemente, en relación con el tipo de daño, se observa que el 72,5% de los accidentes analizados, son impactos de otros vehículos, siendo mayormente alcances posteriores recibidos (32,8%). Adicionalmente se identifican muy pocos daños por atropello, lo que está relacionado con la baja prevalencia de desplazamientos en bicicleta o a pie de los trabajadores de la empresa analizada.

La distancia de los trayectos realizados por los trabajadores desde su domicilio hasta su centro de trabajo también influye en el riesgo de verse implicado en un accidente laboral de tráfico. La distancia promedio se ha medido a través de la distancia indicada en la aplicación de Google Maps, midiendo el itinerario y la distancia recorrida por los trabajadores. La distancia media ha sido de 10,3 km, y la mediana de 6,7 km, con una oscilación entre los 0,4 km y los 85,3 km. La distancia y el tiempo necesario para realizar estos trayectos influye en el riesgo de experimentar un siniestro vial por dos razones fundamentales. Por un lado, aumenta el tiempo de exposición y, por tanto, la probabilidad de sufrir algún incidente de esta tipología. Y, por otro lado, una distancia grande se relaciona con el uso de los medios de desplazamiento más relacionados con estos accidentes, como son el automóvil y la motocicleta, así como con trayectos que se realizan en vías interurbanas. Por el contrario, en distancias cortas, los trabajadores suelen emplear otros vehículos como el transporte público, la bicicleta u optar por desplazamientos a pie, especialmente en zonas urbanas, con un menor riesgo de sufrir accidentes de gravedad.

En relación al contexto del siniestro, los días en los que se producen más accidentes laborales de tráfico en la empresa analizada son los miércoles. También, se identifican diferencias significativas entre meses con mayor accidentalidad, que son marzo, noviembre y febrero, con más de 35 accidentes cada uno, frente a los meses con menor presencia de siniestros como abril (13 accidentes) o junio (21 accidentes). Estos datos pueden estar relacionados con los periodos festivos en España, dado que puede haber parte de la plantilla de empleados que tengan días de vacaciones y, por tanto, se reduzca el número de trayectos de tráfico de ida y vuelta al trabajo. Esto no implica que se reduzca el número de accidentes de tráfico, de

hecho, en España en los periodos vacacionales se aplican medidas preventivas adicionales a nivel nacional, dado el riesgo derivado de un mayor número de desplazamientos de larga distancia. Sin embargo, si tenemos en cuenta únicamente los desplazamientos in itinere, éstos sí pueden verse reducidos por la disminución temporal en el número de empleados activos de las empresas.

Habiendo analizado las características del puesto de trabajo, no se identifican diferencias significativas relacionadas con el tipo de contrato o la sección en la que desempeña su función el trabajador. De igual forma, tampoco se aprecian diferencias en función del género, dado que, aunque hay un mayor número de mujeres experimentadas, también hay una mayor presencia de mujeres trabajadores en la empresa analizada, por lo que las cifras son acordes a los esta característica sociodemográfica de los empleados.

Las consecuencias de los accidentales de tráfico registrados han sido moderadamente graves, ya que el 69,4% requirió de un periodo de baja laboral a causa de las secuelas del siniestro vial experimentado. Así, de los 250 accidentes laborales de tráfico que han cursado con baja se han contabilizado un total de 10.103 días de baja en el periodo entre 2009 y 2019. El promedio de días de baja ha sido de 40,4 días, existiendo algunos casos en los que se ha superado la duración de un año de baja laboral.

En los análisis estadísticos realizados, se identifica que la edad del trabajador en el momento del siniestro es una variable que correlaciona significativamente con la duración de la baja laboral y, en consecuencia, con la gravedad del accidente laboral de tráfico. Del mismo modo, la antigüedad en la compañía también presenta una correlación significativa por el periodo de baja laboral, aunque este resultado está mediado o influido indirectamente por la edad del trabajador.

En cuanto al coste económico para la empresa, se ha estimado en base a los siguientes parámetros. Sólo en aquellos accidentes en los que se ha requerido baja, se ha multiplicado el número de días de duración de la baja por un módulo estimado en base al salario medio en base 100 de 2019 (para evitar efectos de subidas interanuales de convenio) y el coste para la empresa de la Seguridad Social. No se han tenido en cuenta los costes de reposición de la persona trabajadora en caso de haber contratado un interino, ni los costes de selección, formación y gestión de los sustitutos, así como los costes del servicio médico de la aseguradora.

El dato resultante es que el coste de los accidentes laborales de tráfico ascendió a 565.616 euros durante todo el periodo analizado, con un promedio anual de 51.420 euros. Traducido a jornadas supone más de

dos jornadas completas ausentes durante los once años analizados, representando elevadas cifras que las empresas quieren revertir o minimizar a través del establecimiento de acciones preventivas específicas.

6. Implementación de políticas y estrategias de prevención: Recomendaciones para empresas

Los Planes de Seguridad consisten en un estudio técnico de la situación de la movilidad de una empresa, polígono industrial o centro de actividad económica. Aunque comparten una estructura similar con fases específicas en su desarrollo como son diagnóstico de situación, elaboración del programa, implementación, seguimiento y evaluación de resultados, se suelen adecuar a cada empresa siendo específicos y concretos en sus acciones.

En esta línea, todos parten de recopilar la información y los datos que permitan identificar los problemas y disfunciones en la empresa, para, desde ese diagnóstico de situación, plantear e impulsar medidas correctoras y de actuación, seguir la aplicación del plan, y evaluar de forma sistemática los resultados obtenidos. Su objetivo básico es garantizar el derecho de cualquier persona, en este caso empleada/o, a una movilidad universal, sostenible y segura, por lo que incluye reducir la dependencia del vehículo particular, y fomentar hábitos de desplazamiento saludables y seguros. A pesar de su carácter no obligatorio, desde hace años se ha pretendido movilizar a las empresas para que los desarrollen.

En su análisis de la accidentalidad laboral de tráfico, Moreno (2022) recoge la opinión de distintos expertos en seguridad vial laboral, y todos coinciden con la normativa que define el marco de la seguridad y la sostenibilidad en entornos urbanos y laborales, independientemente de su tamaño, desde autónomos y pymes hasta los polígonos, pasando por las grandes empresas. Todos estos actores concuerdan en señalar que los datos son preocupantes, y que no hay indicios de cambios de tendencia, destacando y promocionando la utilidad de los planes de movilidad y sostenibilidad en las empresas.

Estos Planes, constituyen, en opinión de la Administración y entidades de referencia, el mejor instrumento o estrategia para desarrollar acciones destinadas a mejorar la movilidad en la empresa, mediante una gestión racional de los desplazamientos, orientada a la reducción de la exposición de la plantilla a los riesgos asociados a aquellos: accidentes de tráfico e impactos ambientales y sociales, tanto para el propio trabajador como para la sociedad en su conjunto.

Su objetivo es la consecución de desplazamientos seguros, eficientes y sostenibles de las personas trabajadoras a sus puestos y el fomento de los modos de desplazamiento más sanos, sostenibles y seguros:

a pie, en bicicleta, o en transporte público. Con ello, contribuirán, de forma destacada, al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), recogidos en la Agenda 2030, incidiendo, entre otros, en el ODS8 sobre trabajo decente y crecimiento económico, el ODS3 sobre salud y bienestar y el ODS13 sobre acción por el clima. También se sitúa en línea con los Informes, Estrategias, Planes y Recomendaciones de organismos trasnacionales y nacionales de referencia.

En este sentido, la promoción de la movilidad segura y sostenible en el ámbito laboral no solo beneficia a los empleados, sino también a las empresas y al medio ambiente en general, pudiéndose desarrollar múltiples acciones que engloban diferentes objetivos.

Se pueden desarrollar acciones dirigidas a la gestión de los desplazamientos en jornada. La actividad empresarial puede abarcar tantos tipos de negocio que necesariamente cada empresa debe adaptar la gestión de los desplazamientos en jornada de trabajo de sus empleados a sus características concretas. De forma general, la gestión de los desplazamientos en jornada de trabajo va dirigida a planificar el trabajo de forma que se minimicen los riesgos derivados de la movilidad. Las acciones a adoptar van a suponer la reducción de desplazamientos con la implantación del teletrabajo o la realización de reuniones con herramientas virtuales, y la planificación adecuada de los desplazamientos que deban mantenerse (García, 2017). Paralelamente, es ineludible el control del tiempo de trabajo y la gestión adecuada de los factores que condicionan el ritmo de trabajo para evitar presiones de tiempo y rendimiento.

También se pueden implementar acciones específicas dirigidas a la gestión de los desplazamientos “in itinere”. Muchas empresas deciden actuar en la movilidad “in itinere” de sus empleados, buscando su seguridad y bienestar, y la eficiencia en los desplazamientos. Las intervenciones en este sentido promueven la cultura preventiva y repercuten habitualmente en la mejora del clima laboral y la disminución de ausencias y retrasos, además de en la seguridad vial. En este bloque están, por ejemplo, las medidas dirigidas a flexibilizar horarios de entrada y salida, fomentar el uso del transporte público o fomentar el uso del vehículo compartido.

Por último, se deben diseñar e implementar acciones orientadas a influir sobre el factor humano, especialmente del rol de conductor de automóvil y motocicleta, tanto desde la formación como desde la sensibilización (Faus et al., 2023). El nivel de respuesta del conductor varía en función de sus habilidades y capacidades, del conocimiento de las consecuencias de sus acciones durante la conducción, de su estado psicofísico, de sus hábitos de vida, entre otras variables. Por tanto, se trata de acciones que tratan de concienciar y hacer ver a los trabajadores de la empresa que existen factores de riesgo clave que influyen

directamente en la conducción y como mitigar el riesgo que suponen. Estos factores de riesgo son: fatiga, sueño, distracciones, alcohol y drogas, enfermedades y medicamentos, conocimientos, destrezas y capacidades de conducción, y aspectos psicosociales del trabajador como estrés y agresividad, entre otras (Vargas-Garrido, 2021). Informar y establecer recomendaciones específicas para la conducción para determinados estados psicofísicos puede minimizar su riesgo.

7. Perspectivas futuras y tendencias en la gestión de la movilidad laboral

En el futuro de la gestión de la movilidad laboral, se vislumbran varias tendencias y perspectivas que están moldeando el panorama empresarial. Uno de los principales impulsores es la tecnología inteligente, que está transformando la forma en que las empresas gestionan los desplazamientos de sus empleados (Rohini et al., 2020). La integración de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático está dando lugar a soluciones más eficientes y personalizadas, desde aplicaciones móviles que proporcionan rutas óptimas hasta sistemas de gestión de flotas que optimizan el uso de vehículos.

Además, la pandemia de COVID-19 ha acelerado la adopción del teletrabajo y ha cambiado las expectativas de los empleados en cuanto a la flexibilidad laboral (Fana et al., 2020). Se espera que, en los próximos años, las empresas mantengan y aumenten la adopción de modelos de trabajo híbridos que combinen el trabajo remoto con la presencia en la oficina, lo que influirá significativamente en la gestión de la movilidad laboral y en la planificación de los desplazamientos (Milasi et al., 2021).

La sostenibilidad ambiental también jugará un papel importante en el futuro de la movilidad laboral (Stein et al., 2022). Con la creciente preocupación por el cambio climático, las empresas están adoptando políticas y prácticas más sostenibles, como la inversión en vehículos eléctricos, el fomento del uso del transporte público y la promoción de medios de transporte alternativos. Además, los servicios de transporte compartido y los servicios de transporte a demanda están ganando popularidad y se espera que desempeñen un papel cada vez más importante en la gestión de la movilidad de los empleados.

Por último, la seguridad vial y el bienestar del empleado seguirán siendo áreas prioritarias en la gestión de la movilidad laboral en el futuro. Las empresas deberán continuar invirtiendo en programas de seguridad vial, capacitación y concienciación para aumentar la seguridad de sus empleados durante sus desplazamientos.

Referencias Bibliográficas

- Abd, F., Abdullah, K., Harith, S., & Sofyan, D. (2022). Trends and Evolution of Road User behaviour Research: A Bibliometric Review. *International Journal of Information Science and Management*, 20(3), 69-93.
- Abellán, J., Sánchez, F., Martínez, J., y del Llano, J. (2022). Siniestralidad vial en España: impacto económico y sanitario. Fundación Mutua Madrileña. <https://www.grupomutua.es/sala-de-prensa/actualidad/analisis-de-siniestralidad-vial-en-espana-entre-2008-y-2019/>.
- Abdullah, K. (2021). Road safety intervention: Publication trends and future research directions. *International Journal of Road Safety*, 2(1), 10-18. <https://www.ijrs.my/journal/article/view/25>
- Asepeyo (2016). *Guía para la elaboración e implantación de Planes de Movilidad en la empresa* 1ª ed. Asepeyo. Mutua Colaboradora con la Seguridad Social, 151. https://prevencion.asepeyo.es/wp-content/uploads/R1E16030-Gu%C3%ADa-Planes-de-movilidad-en-la-empresa_Asepeyo.pdf.
- Asepeyo (2022). Observatorio de la siniestralidad vial laboral: ejercicio 2021 [en línea]. Asepeyo. <https://prevencion.asepeyo.es/documento/observatorio-siniestralidad-vial-laboral-2021/>.
- Bermejo-Vera, J.B. (1977). La calificación normativa del Código de la Circulación. *Revista de Administración Pública*, 84, 61-76. <https://www.cepc.gob.es/sites/default/files/2021-12/230041977084061.pdf>
- Bono, J. E., Glomb, T. M., Shen, W., Kim, E., & Koch, A. J. (2013). Building positive resources: Effects of positive events and positive reflection on work stress and health. *Academy of Management Journal*, 56(6), 1601-1627. <https://doi.org/10.5465/amj.2011.0272>
- Burch, K. A., & Barnes-Farrell, J. L. (2020). When work is your passenger: Understanding the relationship between work and commuting safety behaviors. *Journal of occupational health psychology*, 25(4), 259. <https://doi.org/10.1037/ocp0000176>
- Burch, K. A., Barnes-Farrell, J. L., & Sorensen, M. B. (2023). Examining the Relationship between Experienced Workplace Incivility and Aggressive Driving Behaviors on the Work-to-Home Commute. *Journal of Business and Psychology*, 38(2), 283-303. <https://doi.org/10.1007/s10869-023-09873-z>
- Chow, A. H., Santacreu, A., Tsapakis, I., Tanasaranond, G., & Cheng, T. (2014). Empirical assessment of urban traffic congestion. *Journal of advanced transportation*, 48(8), 1000-1016. <https://doi.org/10.1002/atr.1241>

Decreto 907/1966, de 21 de abril, aprobando el texto articulado primero de la Ley 193/1963, de 2S de diciembre, sobre Bases de la Seguridad Social. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 96, 4778-4807. <https://www.boe.es/boe/dias/1966/04/22/pdfs/A04778-04807.pdf>.

Dirección General de Tráfico (2011). *Estrategia de Seguridad Vial 2011-2020*. Dirección General de Tráfico.

Dirección General de Tráfico (2022a). La DGT presenta el sello de movilidad segura en la empresa. *Nota de Prensa Ministerio del Interior-Dirección General de Tráfico*. <https://www.dgt.es/export/sites/web-DGT/.galleries/Imagenes/notas-de-prensa/2022/la-dgt-presenta-el-sello-de-movilidad-segura-en-la-empresa/NP-DGT-sello-movilidad-segura-empresa.pdf>.

Dirección General de Tráfico (2022b). *Estrategia de Seguridad Vial 2030*. Ministerio del Interior, Dirección General de Tráfico. https://seguridadvial2030.dgt.es/export/sites/sv2030/.galleries/descargas/Estrategia_de_Seguridad_Vial_2030.pdf

Fana, M., Milasi, S., Napierala, J., Fernández-Macías, E., & Vázquez, I. G. (2020). *Telework, work organisation and job quality during the COVID-19 crisis: a qualitative study* (No. 2020/11). JRC Working Papers Series on Labour, Education and Technology.

Faus, M., Pla, F. A., Martínez, C. E., & Hernández, S. A. U. (2023). Are adult driver education programs effective? A Systematic Review of evaluations of accident prevention training courses. *International Journal of Educational Psychology: IJEP*, 12(1), 62-91. <https://doi.org/10.17583/ijep.8805>

Fernández-Collados, M.B. (2004). La presunción de laboralidad del apartado 3 del art. 115 LGSS y el accidente “en misión”. *Revista doctrinal Aranzadi Social*, 5, 421-424. <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/94453>.

FREMAP (2022). Accidentes laborales de tráfico: mortalidad e incapacidad permanente. Observatorio de Salud FREMAP. https://prevencion.fremap.es/Pginas%20NOTICIAS/Estudio_accidente_laboral_trafico.aspx.

García, R. G. (2017). El transporte al trabajo en la Smart City: planes de movilidad y contribución a la sostenibilidad y la seguridad vial. In *Cultural and smart city: Torre-Pacheco* (pp. 333-354). Dykinson.

García-García, R. (2015). *La Prevención de Accidentes Laborales de Tráfico: Alcance de la Responsabilidad Empresarial*. Tesis Doctoral UCAM. <https://repositorio.ucam.edu/bitstream/handle/10952/1377/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Goizueta., B, Arrantes, I., Petrina, P. (2007). *Seguridad vial en relación con la actividad Laboral: Accidentes In Misión e In itinere. Información, diseño de la formación y propuesta de actuación*. Prevención Navarra, S.L. <https://repositorio.ucam.edu/bitstream/handle/10952/1377/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) (2022). *Informe de accidentes laborales de tráfico 2021*. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST): Madrid, España.
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) (2023a). *Informe de accidentes laborales de tráfico 2022*. Ministerio de Trabajo y Economía Social: Madrid, España.
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) (2023b). *Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2023-2027*. Ministerio de Trabajo y Economía Social: Madrid, España.
- Rogel, Á. (2022). *Los planes de movilidad de las empresas*. Universidad de Valladolid.
- Lázaro-Iglesias, J. (2015). *Efectos sobre el conductor ante los nuevos cambios normativos en materia de tráfico y seguridad vial*. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia. <http://hdl.handle.net/10550/50766>.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 269, 32590-32611. Texto consolidado. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1995-24292>
- Méndez-Rocasolano (2017) *Cultural and Smart City: Torre-Pacheco*.
- Milasi, S., González-Vázquez, I., & Fernández-Macías, E. (2021). Telework before the COVID-19 pandemic: Trends and drivers of differences across the EU. *OECD Productivity Working Papers, 21*, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/24139424>
- Moeinaddini, M., Asadi-Shekari, Z., Sultan, Z., & Shah, M. Z. (2015). Analyzing the relationships between the number of deaths in road accidents and the work travel mode choice at the city level. *Safety science, 72*, 249-254. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2014.09.015>
- Moreno, I. (2022). “Kit” para una movilidad laboral segura. *Tráfico y Seguridad Vial, XXXVIII(263)*, 16-21. https://revista.dgt.es/es/reportajes/2022/10OCTUBRE/1013_SeguridadVialLaboral.shtml.
- Observatorio Nacional de Seguridad Vial (2004). *Plan Estratégico de Seguridad Vial 2005-2008*. Ministerio del Interior. Dirección General de Tráfico. https://www.dgt.es/export/sites/web-DGT/galleries/downloads/conoce_la_dgt/que-hacemos/estrategias-y-plan/planes/estrategico_2005_2008_003.pdf.
- Organización Mundial de la Salud (2012b). *Plan mundial para el Decenio de acción para la Seguridad Vial 2011-2020*. Organización Mundial de la Salud. https://fundadeps.org/wp-content/uploads/eps_media/recursos/documentos/259/plan-mundial-decenio-seguridadvial.pdf

- Ortega, S. G. (2014). El origen y el destino del desplazamiento en el accidente "in itinere": una interpretación flexible en torno a las características del trayecto así como del concepto de domicilio del trabajador. *Revista española de derecho del trabajo*, (168), 335-348.
- Pérez-Madrid, J. E. (2016). El accidente "en misión". *Revista de Derecho de la Seguridad Social. Laborum*, 6, 95-107. <https://revista.laborum.es/index.php/revsegsoc/article/view/81>
- Sempere-Navarro, A. (2021). Los confines del accidente laboral mediando desplazamiento. *Revista de Derecho de la Seguridad Social. Laborum*, nº Extraordinario, 65-75. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8065173>.
- Steinberger, F., Schroeter, R., & Watling, C. N. (2017). From road distraction to safe driving: Evaluating the effects of boredom and gamification on driving behaviour, physiological arousal, and subjective experience. *Computers in Human Behavior*, 75, 714-726. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.06.019>
- Scott-Parker, B., Jones, C. M., Rune, K., & Tucker, J. (2018). A qualitative exploration of driving stress and driving discourtesy. *Accident Analysis & Prevention*, 118, 38-53. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.03.009>
- Stein, M., Nitschke, L., Trost, L., Dirschauer, A., & Deffner, J. (2022). Impacts of commuting practices on social sustainability and sustainable mobility. *Sustainability*, 14(8), 4469. <https://doi.org/10.3390/su14084469>
- Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 154, 20658-20708. Texto derogado. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1994-14960>.
- Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 75, 9654-9688. Texto derogado. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1995-7730>
- Rohini, B., Pavuluri, D. M., LS, N. K., Soorya, V., & Mohankumar, N. (2020, June). Technology Manoeuvring in Smart Vehicles for Safe Commute. In *2020 5th International Conference on Communication and Electronics Systems (ICCES)* (pp. 617-622). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCES48766.2020.9137877>
- Thomas, P., Morris, A., Talbot, R., & Fagerlind, H. (2013). Identifying the causes of road crashes in Europe. *Annals of advances in automotive medicine*, 57, 13.
- Useche, S. A., Alonso, F., Cendales, B., & Llamazares, J. (2021). More than just "stressful"? Testing the mediating role of fatigue on the relationship between job stress and occupational crashes of long-haul truck drivers. *Psychology research and behavior management*, 1211-1221. <https://doi.org/10.2147/PRBM.S305687>

Useche, S. A., Gonzalez-Marin, A., Faus, M., & Alonso, F. (2022). Environmentally friendly, but behaviorally complex? A systematic review of e-scooter riders' psychosocial risk features. *PLoS one*, *17*(5), e0268960. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268960>

Vargas-Garrido, H., Moyano-Díaz, E., & Andrades, K. (2021). Sleep problems are related to commuting accidents rather than to workplace accidents. *BMC public health*, *21*, 1-7. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-10737->

Genética y enfermedades. Su correlación con la violencia y los hechos de tránsito: un abordaje desde la perspectiva médica

Abimelec Morales Quiroz

Jorge Maldonado Huacuz Maldonado

Pedro Alberto Antúnez Flores

Jasiel Neftalí Flores Linares

Karen López Bello

Erick André Hernández Morales.

Palabras clave: Automóvil, motocicleta, conductor, pasajero, infracción, conducta, lesión, violencia, accidente, muerte, gen MAOA.

Introducción

Desde el inicio de la humanidad, el hombre ha tenido la imperante necesidad de transportar diversos objetos y bienes entre distintos territorios. Este fenómeno, sencillo pero trascendental, dio origen a la historia del transporte terrestre. Una historia que ha vislumbrado distintas modalidades acordes al desarrollo tecnológico de cada época; desde ir a pie y domesticando animales, hasta la evolución de dichos métodos gracias a la aparición de la rueda y el singular diseño de los carros tirados por caballos.

El mejoramiento en las condiciones de vida llevó al hombre a desarrollar un medio que lo transportara rápida y cómodamente sin la necesidad de utilizar animales. El culmen de sus ideas se materializó con la invención del automóvil, invento que fue favorecido e impulsado con el subsecuente descubrimiento del petróleo (Taos, 2016).

Al observar este fenómeno en México, es justo señalar que los primeros automóviles comenzaron a circular en 1895, cuando se registró por primera vez la importación de un automotor adquirido por el ciudadano Fernando de Teresa. Dicho vehículo se trataba de un *Delaunay Belleville*, importado de Francia.

Bajo este contexto automotriz de México, resaltan datos como el atribuido a la sociedad de *Alexander Byron Moler y William P. de Gress*, que construyó el primer automóvil en el país. A pesar de este innovador avance, se continuó importando automóviles de diferentes países como Francia, Alemania y Estados Unidos, hasta que en 1901 se abrió la primera concesionaria (Chávez, 2020), para después, en 1903, anunciarse la venta de automóviles *Oldsmobile* en la Ciudad de México, hecho que logró totalizar un parque vehicular de ciento treinta y seis autos en ese año, y el cual alcanzó los ochocientos vehículos tres años después (Moctezuma, 2012). Este fenómeno provocó que durante el Porfiriato se redactara el primer reglamento de tránsito en el país (Camino y Puentes Federales [CAPUFE], 2022), y no fue hasta 1921 que *Buick* logró establecerse como la primera armadora de vehículos en México (Chávez, 2016).

Años después, se promulgaron decretos que moldearon el desarrollo de la industria automotriz mexicana, transitando desde una fase inicial de integración hasta alcanzar el enfoque actual orientado hacia la competitividad internacional (Miranda, 2007).

El año de 1896 marcó un hito significativo en la historia del transporte y la seguridad vial. En su transcurso se realizó la primera multa de tráfico en Reino Unido, emitida por exceso de velocidad (McFarlane, 2010; Felipe, 2014). Asimismo, ocurrió el primer hecho de tránsito en Irlanda, tras caer de un vehículo con motor de vapor diseñado por su primo, y, de igual forma, se presentó la primera muerte por un accidente de tráfico en Londres, donde una mujer de cuarenta y cinco años fue arrollada por un automóvil que circulaba a exceso de velocidad (Felipe, 2014; Unidad del Sistema de Urgencias Médicas y Desastres y Departamento de Promoción de la Salud de los Servicios de Salud del Estado de Puebla, 2021). Estos sucesos son el inicio de una enorme lista, a la que se suman nuevos casos, y se alimenta de uno de los problemas más graves del mundo (Felipe, 2014).

El impacto de las enfermedades en la conducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la enfermedad como una "alteración o desviación del estado fisiológico en una o varias partes del cuerpo, por causas en general conocidas, manifestada por síntomas y signos característicos, y cuya evolución es más o menos previsible" (Sara, 2016). A pesar de su amplia difusión, resulta curioso que el origen de este concepto sea casi desconocido en cuanto a la fuente primaria que lo respalda.

Sin embargo, comprender este término es crucial para analizar cómo la presencia de enfermedades en el ser humano puede modificar su capacidad para llevar a cabo las actividades de la vida diaria, destacando entre ellas la habilidad para conducir un vehículo.

A pesar de los notables avances científicos y tecnológicos, los automóviles siguen siendo operador-dependientes y, por ende, susceptibles al error humano. Este hecho se refleja en cifras proporcionadas por la National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que revelan que el 96% de los accidentes son causados por errores humanos (El Universal, 2015).

Al analizar las causas más comunes de esos errores, es posible identificar afecciones de salud específicas, entre las cuales se incluyen:

- **Obesidad:** México es el segundo país con mayor población adulta que padece obesidad (Cruz, 2022); de acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) del 2022, el 75.2% de las personas mayores de veinte años presentan sobrepeso y obesidad, siendo las mujeres quienes predominan en este porcentaje (Lazcano y Shamah, 2023). Estos padecimientos son de suma importancia, ya que los conductores con obesidad suelen adoptar posturas poco adecuadas, acompañadas con una mayor separación de sus miembros inferiores por el gran volumen que poseen sus muslos, lo que conduce a un mal apoyo sobre los pedales, incrementando así el riesgo de accidentes. Además, estas personas padecen somnolencia con más frecuencia (Fundación MAPFRE, 2015).
- **Alergias:** Los conductores que padecen de ellas tienen que enfrentarse a estornudos, ojos llorosos o moqueo y, como consecuencia, sufren pérdida de la concentración durante su conducción. Estas condiciones no deben pasar desapercibidas, especialmente cuando se ha observado que una serie de estornudos continuos puede provocar la pérdida de la atención al volante hasta por treinta segundos. Teniendo en cuenta que al conducir a una velocidad de 100 km/h se recorren hasta 28 m/s, es posible que el conductor con múltiples estornudos se desplace por más de ochocientos metros sin la atención suficiente (Mens health, 2019).
- **Enfermedades del sistema nervioso y muscular:** Condiciones como esquizofrenia, Alzheimer o Parkinson, que presentan síntomas como rigidez muscular, temblores o alteraciones mentales, pueden afectar significativamente el proceso de conducción (Mens health, 2019).

En particular, la somnolencia se encuentra entre las primeras cinco causas de accidentes con víctimas, de modo que, las estadísticas han reportado que el 7% de las personas que se accidentan manejan cansadas (El Universal, 2015). Si bien es una manifestación clínica, suele presentarse en diversas patologías:

- **El síndrome de la apnea obstructiva del sueño (SAOS)**, caracterizado por la existencia de pausas respiratorias recurrentes durante el sueño, con una duración superior a diez segundos y un mínimo de cinco a diez episodios por hora. Estas pausas respiratorias producen un descenso de la saturación arterial de oxígeno de más de un 4% sobre el valor basal, conduciendo a hipoxia e hipercapnia, condiciones que interrumpen el sueño normal en quienes la padecen, convirtiéndola así en la principal causa médica de somnolencia diurna excesiva (Fundación MAPFRE, 2015; Strhol, 2022), además, pueden presentarse alteraciones de la memoria, la atención y la concentración, así como la presencia de microsueños, un mecanismo de defensa ante la falta de sueño, caracterizados por provocar la pérdida de la conciencia al manejar por la carretera por un breve lapso, perdiendo a su vez la atención en señales u otros vehículos. Este fenómeno expone seis veces más a estas personas a sufrir accidentes de tráfico que la población general.
- **Anemia:** Esta patología cursa con la disminución de hemoglobina o del hematocrito, determinando así la instauración brusca de un cuadro clínico de astenia, taquicardia, mareo, sudoración, disnea de esfuerzo y pérdida de conciencia en algunos casos, que en consecuencia provoca la pérdida de control del vehículo.
- **Tos:** Algunos conductores en tratamiento consideran que su mejoría es lenta, y aumentan por su cuenta la dosis o el número de tomas de los antitusígenos esperando acelerar el proceso, sufriendo como efecto secundario una somnolencia que, sumada a la falta de descanso nocturno por la tos, favorece el riesgo de accidentes al volante. Además, los accesos de tos mientras se conduce impiden el control del vehículo y del entorno. En el caso de la tos productiva, con frecuencia el conductor se distrae para buscar un papel o pañuelo donde expectorar, retirando una o ambas manos del volante, y con ello, se expone aún más a tener un percance vehicular (Fundación MAPFRE, 2015).

Por otro lado, el consumo de ciertos **fármacos** puede provocar su aparición, tales como barbitúricos, benzodiazepinas e hipnóticos, los cuales se obtienen con receta médica. Otros fármacos involucrados pueden conseguirse por venta libre, como los antihistamínicos (Mayo clinic, 2022). Dichos fármacos generan sueño debido a su mecanismo de acción, ya que suprime al sistema nervioso.

Por ende, es recomendable descansar veinte minutos por cada dos horas de conducción. Durante ese periodo de descanso, es conveniente dar un paseo de diez minutos o dormir una siesta, así como también, mantener una buena hidratación con agua y lavar el rostro (Mens health, 2019; Fundación MAPFRE, 2015).

Del mismo modo, al analizar las conductas habituales de los conductores, con frecuencia se les descubre consumiendo bolsas de aperitivos, bocadillos, caramelos, chicles, dulces, o bebiendo bebidas azucaradas. Estos alimentos y bebidas favorecen la aparición de *dispepsia* durante la conducción, sumándole a esto que la postura sedente al conducir, con el cinturón de seguridad abrochado, empeora la sensación de flatulencia y dificulta el eructo, lo cual produce distracción y riesgo de accidente (Fundación MAPFRE, 2015).

Ahora bien, los últimos datos brindados por el Instituto Nacional de Estadística de España señalan que un 6% de la población tiene algún tipo de fobia, y una de ellas, afecta a la conducción: la amaxofobia. Entre sus informes señalan que uno de cada nueve conductores sufre ansiedad al volante, y que incluso el 20% deja de conducir a consecuencia de ello. Este tipo de trastornos afectan sobre todo a aquellas personas que han sufrido un accidente o un episodio trágico mientras conducían, o a las que padecen brotes de ansiedad y estrés, que se agravan al subirse al coche (Martín, 2019).

El consumo de sustancias psicoactivas en la seguridad vial

El Informe Mundial sobre las Drogas 2022, reporta que entre 2010 y 2020 el consumo de sustancias psicoactivas aumentó 26% (Comisión Nacional contra las Adicciones [CONADIC], 2022). Según el Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC, 2024), el alcohol es la sustancia asociada con mayor frecuencia a la conducción bajo los efectos de sustancias. El cual tiene múltiples efectos sistémicos, como la reducción del campo visual, la creación de un falso estado de euforia y confianza excesiva, que llevan a la toma de malas decisiones y mayores riesgos. Además, produce una percepción errónea de las distancias y velocidades, y suele haber un aumento en la agresividad e irritabilidad del conductor (CONADIC, 2022).

Dentro de los programas de prevención, se aplica la prueba de identificación de alcohol en sangre, que generalmente se realiza mediante el análisis del aire espirado por los pulmones, la cual, no solo busca penalizar al individuo, sino también reducir su riesgo de sufrir un accidente. Por ejemplo, el Informe

Mundial sobre la Prevención de los Traumatismos causados por el Tránsito, publicado en 2004 por la Organización Mundial de la Salud, demuestra que la aplicación de pruebas aleatorias en conductores puede reducir la incidencia de accidentes de tránsito en aproximadamente un 20% (Cervantes et al., 2017). Esto se debe a su capacidad para disuadir a las personas de conducir bajo los efectos del alcohol y aumentar la percepción del riesgo de ser sancionados si beben y conducen. Según la delegación de Morelos de la Cruz Roja, la aplicación de exámenes de alcoholemia ha reducido los accidentes vehiculares hasta en un 80% en esa región y hasta en un 60% en el área metropolitana (Cossio, 2023).

De igual manera, se han observado problemas en conductores consumidores de tabaco, marihuana y cocaína, representando un riesgo significativo en sus habilidades para evitar accidentes. Según la Dirección General de Tráfico (DGT, 2023) del Gobierno de España, un individuo tarda 4.1 segundos en encender un cigarrillo, y fumarlo le lleva 3.4 minutos. A una velocidad de 100 km/h, un conductor puede recorrer 113 metros "a ciegas" mientras enciende el cigarrillo, y hasta 6 km con una mano ocupada sosteniéndolo. Además, el humo de tabaco, independientemente de las sustancias tóxicas que contiene, propicia la inhalación de monóxido de carbono, lo que puede inducir somnolencia, pérdida de reflejos e irritación ocular, limitando la capacidad para manejar adecuadamente.

Asimismo, según la CDC (2024), la marihuana es la segunda sustancia más frecuentemente asociada con la conducción bajo los efectos de sustancias, después del alcohol. Tras su consumo, el cerebro se ve afectado en las áreas que controlan los movimientos del cuerpo, el equilibrio, la coordinación, la memoria y el juicio. Las destrezas necesarias para una conducción segura se ven mermadas, reduciendo el tiempo de reacción y la capacidad para tomar decisiones, además de causar distorsiones en la percepción del entorno.

Es importante destacar el consumo de cocaína y metanfetamina, ya que, de acuerdo con la Administración Nacional de Seguridad del Tráfico en las Carreteras (NHTSA, 2017) de los Estados Unidos, estas sustancias pueden hacer que los conductores sean más agresivos e imprudentes. Además, el uso simultáneo de dos o más drogas, incluyendo el alcohol, puede incrementar los efectos perjudiciales de cada sustancia consumida. Según el Informe Mundial sobre Drogas 2022, en 2020, doscientas ochenta y cuatro mil personas adultas utilizaron cocaína o metanfetamina al menos una vez, siendo la mayoría hombres, y se observó un aumento en el consumo de sustancias como cannabis y anfetaminas (CONADIC, 2022).

La naturaleza de la violencia física y sus raíces biológicas y ambientales

Jean Claude Chesnais (1981), destaca que *“la única violencia medible e incontestable es la violencia física”*, ya que esta constituye un *“ataque directo, corporal contra las personas”*. Además, señala tres cualidades distintivas: es brutal, exterior y dolorosa. Según su planteamiento, esta se define por *“el uso material de la fuerza, la rudeza voluntariamente cometida en detrimento de alguien”*.

En este contexto, es crucial comprender la agresividad, la cual puede clasificarse en dos tipos: reactiva y proactiva (Wrangham, 2018) y con ello permitiendo una interpretación más precisa del fenómeno.

La agresividad reactiva, por tanto, se refiere a *“la manifestación de hostilidad impulsiva y volátil que ocurre como represalia a una provocación o amenaza percibida”*. Mientras que, biológicamente, suele estar relacionada con una corteza prefrontal (CPF) hipoactiva y regiones límbicas hiperactivas, incluidas la amígdala y el cuerpo estriado, en respuesta a estímulos sociales negativos, como la provocación, la exclusión social y las expresiones faciales de enojo. Por el contrario, una agresión proactiva implica *“una agresión instrumental y premeditada, normalmente dirigida a obtener beneficios personales”*. Este hecho se ha asociado con una mayor densidad de materia gris en la CPF dorsomedial, una densidad reducida de materia gris en la corteza cingulada posterior y una mayor conectividad funcional entre el precúneo izquierdo y la CPF (Kolla y Bortolato 2020).

A pesar de las diferencias orgánicas, ambas formas de agresividad se consideran "manifestaciones patológicas" debido a sus respuestas desmesuradas a estímulos, lo que causa complicaciones en el ámbito social y dificulta la comunicación efectiva. No obstante, no existe una única causa que explique el desarrollo de la violencia; su origen es multifactorial. Se ha observado que tanto los factores genéticos como la interacción con el ambiente influyen en el desarrollo de conductas agresivas.

Como comentan Reif *et al.* (2013), los aspectos neuroconductuales están mediados por el gen CDH13, vinculado con trastornos en el control de la impulsividad y el cual contribuye al desarrollo de las conexiones neuronales del cerebro. Además, participa el gen MAOA (monoamino-oxidasa A), una enzima del cromosoma X, que regula la descomposición de neurotransmisores como serotonina, dopamina y noradrenalina.

En la recopilación de estudios realizada por Kolla y Bortolato (2020), se encontró que el gen MAOA está asociado con el comportamiento agresivo, principal y sorpresivamente ligado al síndrome de Brunner,

condición donde se han documentado niveles muy bajos de la actividad enzimática asociados a variantes del alelo 3R. Estos niveles pueden verse reflejados en la propensión a la violencia, además de haber una asociación con el alcoholismo. Del mismo modo, se identificó que la presencia del polimorfismo uVNTR y ASB propicia que el sexo masculino tienda a desarrollar con mayor facilidad violencia. También, se estudió el mecanismo de interacción entre el MAOA-L y el maltrato infantil. Al existir dicho maltrato, se estimulan los receptores 5-HT-2A que dan como resultado conductas antisociales en la infancia. Esto, tras verse afectado el eje hipotálamo-pituitario-adrenal con efecto a nivel del sistema nervioso central, específicamente, en el área de la corteza prefrontal. Estos sujetos, al crecer, suelen mostrarse violentos y agresivos.

Secuelas físicas y funcionales en víctimas de hechos de tránsito

Se entiende por secuelas como todas aquellas carencias físicas, orgánicas, intelectuales y sensoriales que afectarán a un individuo como consecuencia de un siniestro automovilístico. Tales consecuencias son el resultado de lesiones en el accidente que, si bien sanaron en su momento, con el tiempo evolucionaron en las renombradas afecciones. Las víctimas con lesiones graves necesitan asistencia de otra persona para llevar a cabo sus actividades diarias. Su estado de salud limita significativamente su autonomía y, por consiguiente, afecta su bienestar personal.

Tras un accidente de tránsito, las secuelas pueden clasificarse como estéticas y funcionales, las cuales pueden presentarse por separado, o bien, juntas. Cuando el afectado posee ambas, requiere una evaluación detallada de las mismas, para su respectiva atención y enfoque individual de atención (Abogados de indemnizaciones, 2021). Describiéndose así las siguientes:

- **Estéticas:** En este tipo de secuelas están las que impactan negativamente la apariencia de la víctima tras el accidente cuyas consecuencias afectan considerablemente la apariencia física de la víctima. Por sus dimensiones, las lesiones se pueden clasificar en:
 - **Grandes:** En estos casos se reconocen lesiones a simple vista, tales como cicatrices, amputaciones y ladeos acentuados.
 - **Medianas:** Las cicatrices que son poco visibles pueden alcanzar hasta diez centímetros de longitud, ya sea en las mejillas, brazos o piernas. Por lo tanto, deben ser evaluadas para su pronta corrección.

- **Pequeñas:** Se reconocen como cicatrices que perduran tras la curación de las heridas producidas por el hecho vehicular. Las mismas pueden ser de entre 1 a 2 cm, y estar ubicadas en cualquier parte del cuerpo como piernas, espalda, brazos, rostro, etc.
- **Funcionales**
 - **Muy graves:** Se catalogan de esta manera cuando ocurre la pérdida total de la autonomía personal por parte del afectado. Los casos más comunes son aquellos **donde la persona acaba tetrapléjica**, lo que la vuelve dependiente de otros individuos para poder completar sus actividades rutinarias.
 - **Graves:** El lesionado es **incapaz de realizar diferentes actividades** para el desarrollo de su vida consideradas como cotidianas y ordinarias. Estas pueden ser tan simples como el desplazarse hacia otros lugares, comer, acostarse, levantarse, vestirse, incluyendo a las personas con extremidades amputadas dado a que quedan impedidas para trabajar.
 - **Moderada:** La persona lesionada se ve imposibilitada para ejecutar actividades para su desarrollo personal y guardan relación con el disfrute, las **relaciones sexuales, la actividad deportiva y demás.**
 - **Leve:** Ocurre en los casos en los que las víctimas no pueden realizar algunas actividades de **carácter personal**, así como **de carácter laboral**. Pues, se encuentra limitado de manera parcial para ejecutarlas.

Dependiendo el evento traumático automovilístico, se diferencian las formas de lesiones (Losseti, O., Trezza, F., y Patitó, J. A. 2005), las cuales:

- Ante un impacto o colisión por la parte posterior, se puede inducir a una lesión de suma importancia, denominada como “*latigazo*” o bien, fractura de columna cervical con una lesión medular, misma que condiciona el pronóstico a futuro de el o los involucrados en cuanto a la posibilidad de reincorporarse a sus actividades cotidianas limitando sus movimientos e incluso condicionando a una paraplejía.
- En el impacto lateral pueden presentarse desde distensiones musculares de las cervicales, fracturas vertebrales, claviculares, humerales, pelvianas, de tibia y peroné hasta contusiones torácicas con agravante por lesión pleuropulmonar, desgarro de órganos abdominales, entre otras más.

- Otro de los mecanismos de lesiones en estos sucesos, se relaciona con la velocidad del vehículo al momento del impacto, ya que cuando dos de ellos colisionan la persona que se encuentre en el punto mayor de la pérdida de velocidad es quién sufre las lesiones de mayor gravedad, por lo que debe someterse a consideración, si el vehículo en cuestión dio vueltas, ya que las consecuencias serán diversas y los pasajeros pueden ser proyectados contra las partes internas del vehículo. Ahora bien, si alguno de los pasajeros sale proyectado del vehículo, las consecuencias de lesión se relacionan íntimamente con las estructuras y objetos que crucen la trayectoria del cuerpo a la salida.
- Cuando el mecanismo es mediante una colisión frontal las lesiones que podemos encontrar pueden ser traumatismos craneoencefálicos y fracturas múltiples de tórax, pelvis y columna con algunos desgarros viscerales vasculares y toracoabdominales.

Mediante estudios en colisiones que sitúan velocidades superiores a los 100 km/h y que la ausencia del cinturón y el reposacabezas comprobó las consecuencias de los impactos violentos sobre el conductor, mientras que los ocupantes suelen proyectarse hacia la parte anterior del vehículo. En estos casos y en orden de frecuencia, se han determinado lesiones como fracturas expuestas de las miembros, fracturas de cráneo, columna, múltiples de costillas y a nivel de la pelvis, así como daños en las estructuras abdominales, pulmonares y cardíacas, entre las que destacan: hernias diafragmáticas, desgarros y estallidos de vísceras, lesiones pleuropulmonares, ruptura y desgarró aórtico (Losseti, O., Trezza, F., y Patitó, J. A. 2005).

Planteamiento

Los hechos de tránsito son eventos producidos por el flujo vehicular, en el que interviene por lo menos un vehículo, causando daños materiales, lesiones y/o muertes (Arredondo, 2022).

Las causas de estos hechos pueden clasificarse en internas y externas. Las causas externas son aquellas que no dependen del conductor, ya que son condiciones fuera de su control, como el clima o la calidad de la carpeta asfáltica por la que se transita. En cambio, las causas internas dependen del conductor, consciente de los riesgos y de sus consecuencias. Como ejemplo, el consumo de sustancias tóxicas, o bien, no dar mantenimiento al vehículo. Otro ejemplo que considerar, las enfermedades que el individuo padece pero que no está enterado de ellas son una representación importante de las causas internas que pueden derivar en un accidente (González, 2022).

Al evaluar esta información, resalta cómo en México, de acuerdo con datos del INEGI (2023), las defunciones por causas externas (accidentales y violentas) ocuparon el quinto lugar en causa de muerte del 2022, con un total de 83,916 defunciones, de las cuales el 44.61% fueron presuntos accidentes y, en particular, destaca el accidente de transporte con un 43.8%.

Al mismo tiempo, en el último lustro, México ha registrado un incremento aproximado de dos millones de vehículos de motor en circulación por año, del cual, Morelos representó el 2.16% del total de esos vehículos en circulación en el país, con lo cual, conviene subrayar la posible relación proporcional con el número de hechos de tránsito suscitados.

Al comparar las estadísticas de años anteriores, es interesante observar que en 2007 se registraron 476,279 accidentes de tránsito terrestre en México, una cifra que había ido disminuyendo con el tiempo. Sin embargo, en 2022 se produjo un incremento del 10.8% (377,231 casos) en comparación con 2021, cuando se registraron 340,415 casos.

En 2022, se registraron 9,329 accidentes de tránsito en Morelos. En los últimos cinco años, las colisiones con vehículos automotores han sido el tipo de accidente más frecuente, representando el 44.5% del total, con un rango del 40 al 50%. La causa más común de estos accidentes fue el error del conductor, involucrado en el 92.9% de los casos. Además, el 80.6% de los conductores implicados eran hombres, cifra consistente con la tendencia de los últimos cinco años, que ha oscilado entre el 80% y el 83%. Las edades más frecuentes fueron 32 (2.94%), 35 (2.89%) y 30 (2.87%) años, respectivamente. El 70.9% de los conductores (6,615) no tenía aliento alcohólico, mientras que el 6.44% sí presentaba aliento alcohólico, y en el 22.64% de los casos (2,113 conductores) se desconoce esta información, un patrón similar a años anteriores (66-76% sin aliento alcohólico). Además, en más del 50% de los casos no se registró el uso del cinturón de seguridad. Los vehículos más frecuentemente involucrados en accidentes fueron automóviles (61.54%), motocicletas (18.87%), y camionetas de pasajeros (6.5%). En total, hubo 118 muertos, siendo el conductor la víctima más común (63.55%), seguido por peatones (19.49%) y pasajeros (16.10%). Hubo 3,073 heridos, con los conductores representando el 59.71%, pasajeros el 27.17%, y peatones el 10.8%. Además, se observó un incremento del 24.86% en el número de heridos respecto al 2021.

Según la Comisión Estatal de Seguridad Pública (CES, 2023), en Morelos se registraron 208 homicidios culposos por accidentes de tránsito, lo que representa el 17.9% de las causas de homicidio, y no hubo lesionados en estos incidentes.

Por otra parte, el INEGI (2022) reportó que la Guardia Nacional (GN) emitió 78,047 boletas de infracción. En estas se registraron 101, 891 infracciones de tránsito, en su mayoría registradas en Veracruz de Ignacio de la Llave y Baja California. En comparación con el 2021, la cantidad de boletas empleadas y el número de infracciones de tránsito disminuyó en un 74.3% y 74.4 %, respectivamente, para el 2022. Al mismo tiempo, el conducir a exceso de velocidad fue el tipo de infracción más frecuente, ya que registró 15.9 % del total. Con respecto al 2021, este tipo de infracción disminuyó 80.6 % en 2022. Tal descenso no es nuevo y coincide con el cambio de autoridad responsable de los patrullajes y vigilancia de las vías federales. En 2019, la Policía Federal fue sustituida por la Guardia Nacional (GN), una fuerza predominantemente militar. No obstante, en un artículo de Animal Político (2022), militares transferidos a la GN revelaron que, debido a la falta de capacitación y a la formación militar de sus mandos, han cometido errores o no han podido argumentar las infracciones ante conductores o choferes de transporte de carga. Además, elementos de la GN indicaron tener dificultades al infraccionar, ya que su formación militar les dificulta dialogar con los conductores. Otros agentes reportaron problemas de insumos, como la falta de papeletas para emitir infracciones, a pesar de haberlas solicitado por escrito y verbalmente.

De acuerdo con la Ley de la Guardia Nacional (2019), en el artículo 9, fracción XXXII, se establece que la GN tiene la atribución de "determinar las infracciones e imponer las sanciones por violaciones a las disposiciones legales y reglamentarias relativas al tránsito en los caminos y puentes federales, así como a la operación de los servicios de autotransporte federal, sus servicios auxiliares y transporte privado cuando circulen en la zona terrestre de las vías generales de comunicación". Sin embargo, Animal Político (2022) publicó otro artículo en el que se menciona que la GN argumenta que la disminución de infracciones en las carreteras del país obedece a una estrategia que "privilegia hacer conciencia en los conductores" y que sus agentes continúan en capacitación para la reconstrucción de hechos de tránsito y el llenado de boletas de infracción. En definitiva, la asignación de tareas de tráfico a fuerzas militares sin la capacitación específica adecuada afecta de manera crucial la seguridad en las carreteras del país, representando un desafío continuo.

Por consiguiente, surgen interrogantes fascinantes, que llevan a explorar cuántas personas en nuestro entorno se ven afectadas por ellos y, consecuentemente, enfrentan dificultades para conducir de manera adecuada.

Gracias a los descubrimientos y avances en el campo de la genética, es posible integrar conceptos en este estudio como la *predisposición* que existe a factores que sirven como detonantes de violencia, adicciones y enfermedades. Por tanto, es justo profundizar que el riesgo de manifestar una enfermedad depende no sólo de una peculiaridad en la constitución genética, sino de factores como el ambiente y el estilo de vida (MedlinePlus, 2023). Estas afirmaciones generan otras interrogantes: ¿cómo puede evitarse la aparición de enfermedades en personas con susceptibilidad genética?, ¿La violencia y el uso de drogas también tiene un origen genético?, ¿La manera en que se conduce se ve afectada por la condición de nuestros genes?

Metodología

Después de realizar la revisión bibliográfica, se elaboró un instrumento de análisis bajo un diseño cuantitativo para determinar el impacto de la salud en los hechos de tránsito, y su relación con actitudes violentas. Este se conformó por sesenta y ocho preguntas, distribuidas en nueve secciones: ficha de identificación, primeros pasos en la conducción y recuerdos, licencia de conducir e infracciones, hábitos de conducción y cuidados del automóvil, emociones y actitudes ante situaciones complicadas, hechos de tránsito y factores de riesgo al conducir, enfermedades en el conductor, problemas de la percepción, e identificación de los señalamientos de tránsito.

La distribución del instrumento comenzó en octubre de 2023 mediante redes sociales, WhatsApp, Facebook e Instagram. Posteriormente, el instrumento permaneció disponible en la plataforma de Google Forms durante cuatro meses, hasta febrero de 2024, con la intención de tener la mayor participación posible. Asimismo, se recopiló durante este periodo casos clínicos de pacientes, quienes sufrieron lesiones por hechos de tránsito y fueron tratados en el Hospital General de Cuernavaca “Dr. José G. Parres”.

Participantes

La población objeto de estudio estuvo conformada por participantes residentes del estado de Morelos, que reunieron los siguientes criterios de inclusión: rango de edad entre los 18-85 años y que fueran conductores de un vehículo automotor. Así se obtuvieron ciento cincuenta y siete respuestas, de las cuales ciento veinte fueron útiles para el estudio tras una revisión concreta y exclusiva de los autores de este capítulo.

Resultados

Respecto a los datos generales, destaca que:

- De las ciento veinte respuestas procesadas, el **54.2%** corresponde a la participación de las **mujeres**.
- Como grupo más participativo se encuentran los jóvenes de veintiún años, con un **11.6%**.

Asimismo, se observó que:

- El 40% de los encuestados aprendió a manejar entre los 14 y 17 años, seguido del 25.8% que lo hizo entre los 18 y 20 años. Por otra parte, el 20% aprendió con una edad mayor a los 24 y, finalmente, el periodo comprendido entre los 21 y 23 años fue el menos común para adquirir esta habilidad (14.2%).
- Al preguntarles cómo aprendieron a manejar, el 65.8% refirió haberlo hecho gracias a la orientación de un familiar, mientras que el 20.8% tomó un curso de manejo. Notablemente, el 13.3% adquirió esta habilidad por su propia cuenta.
- Sobre sus antecedentes en la conducción, el 49.2% mencionó que tanto su padre como su madre manejan y/o manejaban, en contraste con el 17.5% donde ninguno de sus padres conducía. En este mismo apartado, 30.8% indicó que sólo su padre manejaba y el 2.5% que su madre era la única que ejecutaba esta tarea.
- Al indagar su relación con actos violentos percibidos durante su infancia, un **45.8% recuerda a sus padres manejar molestos, gritando a otros conductores y/o teniendo constantemente algún accidente**. Desglosando esta información, 10.8% afirma recordarlo clara y constantemente, un 20% sólo en ocasiones particulares que desencadenan esas conductas, y un 15% revela haberlo experimentado poco.

Otras cifras por considerar son aquellas donde un tercio de los participantes (33.3%) asegura haber padecido maltrato (tales como gritos y golpes).

- En agrupación, 13.3% vivió en su infancia maltrato, así como también, recuerda a sus padres conduciendo enojados, gritando o sufriendo percances, mientras que un 39.2% tuvo el privilegio de no experimentar violencia ni recordar episodios de esta índole.

En relación con sus licencias de conducir, se identificó:

- Que un 15.1% obtuvo su licencia de forma irregular. Esto, al observar que un 13.4% entregó dinero a cambio de ella, y 1.7% tenía ya las respuestas del examen.
- Si la licencia vence, el 24.1% afirma conducir sin ella, del cual el 50% permanecieron incluso más de un mes en dicha condición.

- Posteriormente, se encontró que **sólo el 10% de quienes han manejado su vehículo con una licencia vencida han sido penalizados.**

En los puntos recabados sobre sus hábitos de conducción, resultó que:

- Respecto al tiempo que dedican a la conducción, **el 55% pasa de una a tres horas diarias**, seguido del 29.2% que maneja menos de una hora. El 11.7% conduce de cuatro a seis horas y, en el pequeño porcentaje del 4.2%, se encuentran aquellos que emplean más de seis horas.
- Al cuestionar cuál es el momento del día donde suelen manejar, el 60% dijo hacerlo por la mañana, mientras que el 35.8% por la tarde. Solo el 2,5 % maneja habitualmente por las noches y el 1,7 % por las madrugadas.
- Al investigar si conducen solos o acompañados, el 14.2% siempre tiene compañía, mientras que un 4.2% siempre viaja solo.
- Acerca del uso del cinturón de seguridad se encontró que, al momento de llevar pasajeros, **30% de los conductores deja abierta la posibilidad de que dichos acompañantes no utilicen el cinturón** (0.8% nunca les indica que hagan uso de este).
- Se encontró que sólo el 20.8% siempre revisa su vehículo antes de conducir, en comparación al 10% que nunca lo hace. Se reconoció también que, respecto al mantenimiento de su vehículo, un 15% verifica su estado sólo en el momento de encontrar una anomalía y un 2.5% hasta que el vehículo se descomponga (impidiendo su uso).

En la revisión de emociones y actitudes de los conductores, destaca:

- **Que a un 12.5% no le gusta conducir.** Asimismo, a un 10.8% le estresa realizar esta acción. Esto, en comparación con el 45.8% que refiere relajarse mientras conduce y el 87.5% que disfruta manejar su automóvil.
- El 24.2% toca el claxon de manera prolongada o repetitiva al sentirse estresado.
- Un 5.8%, al tener la repentina obstrucción de un automóvil mientras manejan, se molestan y ofenden al conductor que cometió dicha imprudencia.
- En el escenario hipotético donde una mujer con su hijo cruza la calle sin fijarse, y estos gritan e insultan a quien conduce, el 25 % reaccionaría al gesto; de este porcentaje, el 17.5 % respondería tocando el claxon y el 7.5 % gritando e insultándolos también.
- Al tener un accidente, la reacción del 2.7% es gritar e insultar, 18.9% se enoja, pero no expresa sus emociones, y un 78.4% sostiene mantener la calma para poder atender la situación.

Al evaluar la situación entre dos grupos (quienes sufrieron maltrato y conservan recuerdos negativos de sus padres en el vehículo, y aquellos que no padecieron ninguna de estas situaciones), se encontró que:

- En el primer grupo, el 31.3% de ellos respondió que “se molesta si un automóvil le obstruye repentinamente el paso, procediendo a ofenderlo”, así como también, que opta por “tocar el claxon y responder con gritos e insultos” a una señora con su hijo que cruza la calle sin fijarse, y que también insulta y grita al conductor.
- Por otra parte, el 68,7% de este grupo “se enoja, pero se contiene y/o mantiene la calma” si un automóvil se interpone; e “ignora a la señora y su hijo, o toca el claxon” si estos cruzan la calle de forma impertinente.
- Del segundo grupo, 21.3% tendría las actitudes violentas presentadas en el punto anterior, mientras que el resto (78.7%) actuaría de manera controlada ante las circunstancias.
- A partir de estos datos, se realizó una comparación entre los grupos para poder catalogar o no a la violencia como un factor de riesgo, la cual se encuentra descrita en la *Tabla 1.0*.

Tabla 1.0. Tabla de contingencia diseñada para evaluar la razón de probabilidades (Odds ratio, OR) y el riesgo relativo (RR) de la violencia y su impacto en la conducción

	TIENDE A RESPONDER AGRESIVAMENTE	NO TIENDE A RESPONDER AGRESIVAMENTE	TOTAL
EXPERIMENTÓ SITUACIONES DE VIOLENCIA	5	11	16
NO EXPERIMENTÓ SITUACIONES DE VIOLENCIA	10	37	47
TOTAL	15	48	63

- Al cálculo de OR: $(5/11) = 0.4545$; $(10/37) = 0.2702$.
 - **OR** = $(0.4545/0.2702) = 1.68$.
- Al cálculo de RR: $(5/[5+11]) = 0.3125$; $(10/[10+47]) = 0.1754$.
 - **RR** = $(0.3125/0.1754) = 1.78$.

La interpretación de nuestros resultados se muestra en la discusión de este capítulo.

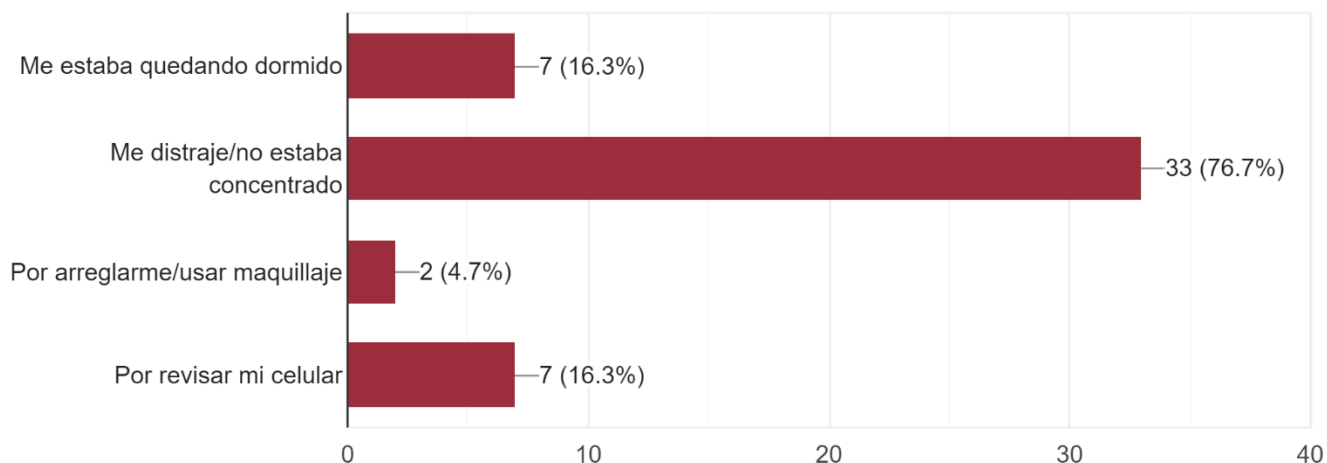
Al estudiar su relación con hechos de tránsito:

- **55% de los conductores han sufrido un percance de tránsito, y un 60.8% han estado en una situación cercana a un accidente.** Al preguntar a ese grupo el motivo por el que casi sufren dicho accidente, respondieron:

Gráfica 1.0. Motivos por los que los conductores casi sufren un accidente.

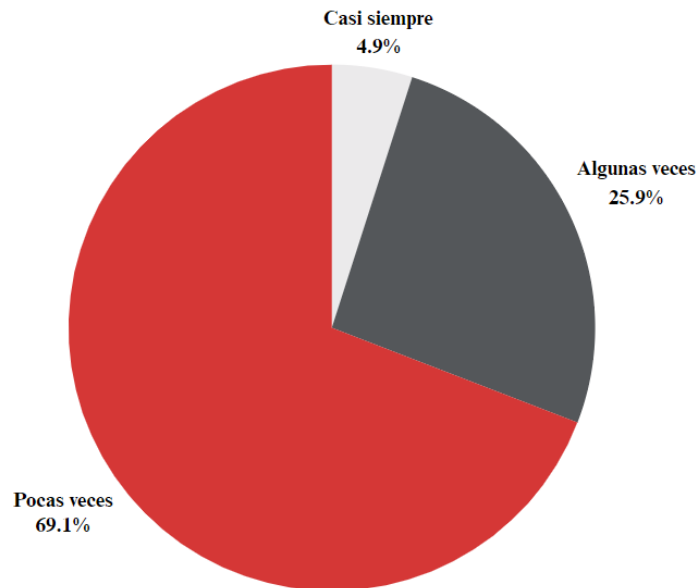
- 54.4% de quienes respondieron haber sufrido un accidente, refirieron que este fue por culpa de un tercero. Esto, comparado con el 28.1% que lo atribuyó a una imprudencia personal y, el 17.5%, que consideró fue una situación que involucró a un tercero y a ellos mismos.

Al enfocar los factores de riesgo que pueden contribuir a un accidente, se encontró que:



- 3.3% maneja casi siempre cansado, 11.7% en algunas ocasiones, y el 45% pocas veces.
- 12.5% se maquilla al volante; 10% lo hace pocas veces, 1.7% algunas veces y el 0.8% casi siempre.
- **El 67.5% hace uso de su celular.** Respecto a la frecuencia de uso, se encontró que:

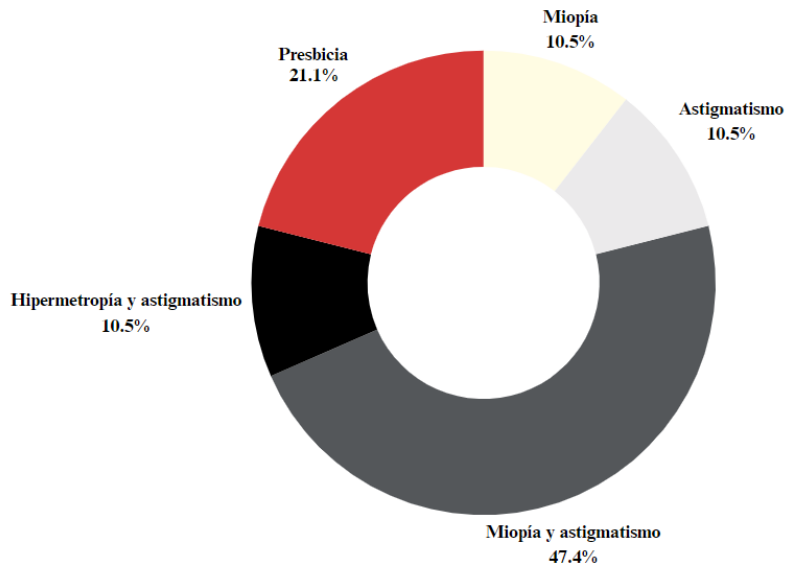
Gráfico 2.0. Frecuencia con la que revisan su celular el grupo de conductores.



Finalmente, los datos sobre enfermedades en los conductores revelaron:

- Que un 9.2% tiene el diagnóstico de una enfermedad que representa un riesgo para conducir. Las condiciones referidas son problemas cardiovasculares (7.7%), mentales (15.4%) y oftalmológicos (76.9%).
- Del porcentaje presentado, el 18.2% no tiene un tratamiento para el control de su enfermedad.
- Al preguntarles sobre la presencia de algún problema ocular, 45 individuos respondieron afirmativamente (37.5%). Después, al solicitarles que indicaran el problema ocular, mencionaron miopía, astigmatismo y otras condiciones (gráfico 3.0).
 - Otras de las afecciones señaladas fueron microftalmia unilateral derecha, queratocono, “falta de visibilidad” y “uso de anteojos con aumento” (una respuesta por cada una de ellas).

Gráfico 3.0. Problemas oculares que los conductores refieren padecer.



- Al averiguar más sobre su problema visual, los conductores manifestaron:

Tabla 2.0. Tiempo en que los conductores han manejado con su problema ocular.

Periodo con el que han manejado acompañados de su padecimiento	Porcentaje correspondiente
Toda la vida	38.6%
Más de cinco años	36.4%
Más de dos años	15.9%
Menos de un año	9.1%

- Al cuestionarlos sobre el tratamiento para atender su condición visual, el 30.4% reporta no llevar ninguno. Por el contrario, un 69.6% sí trata su situación (sin especificar la medida terapéutica).

En atención a otros problemas de salud:

- **Sólo un 7.5% consume medicamentos alópatas**, correspondientes a glucocorticoides (fluticasona), antihistamínicos (loratadina), antihipertensivos (losartán, valsartán, amlodipino e hidroclorotiazida), hipoglucemiantes (metformina), hormonas (levotiroxina, píldoras anticonceptivas), antipsicóticos (quetiapina), antidepresivos (paroxetina) y psicoestimulantes (metilfenidato).
- Un pequeño grupo (3.3%) señaló consumir medicamentos alternativos para la recuperación de su salud, sin especificar el producto que consumen.
- Finalmente, al preguntar sobre la presencia de una enfermedad de carácter psicológico, mental, emocional, social o espiritual, 0.75% afirmó tener un padecimiento de este tipo.

Al pedir especificación de este, se mencionó al trastorno por déficit de atención e hiperactividad (22.2%), ansiedad y depresión (55.6%), psicosis (11.1%) y trastorno limítrofe de la personalidad (11.1%).

Lesiones identificadas durante la investigación

Con el apoyo del Servicio de Traumatología y Ortopedia del Hospital General de Cuernavaca “Dr. José G. Parres”, se presentan tres casos, acompañados de imágenes clave para una mejor reflexión:

Caso No. 1: Corresponde a una fractura en húmero derecho en mujer de 50 años, ocasionada por un accidente automovilístico tipo atropello (*imagen 1.0*). En dicho percance, la mujer presentó dermoabrasiones circunferenciales en el brazo. Para su tratamiento, se requirió un procedimiento quirúrgico (*imagen 2.0*). No tuvo lesiones neurovasculares.

Imagen 1.0. Fractura oblicua corta, dentada en el tercio medio de la diáfisis del húmero del lado derecho, con angulación en varo y diástasis.



Imagen 2.0. Osteosíntesis con placa DCP ancha y manejo de los tejidos blandos.



Resalta que dicha fractura fue producto del manejo inadecuado de un conductor. El resultado de sus acciones no se manifestó propiamente en el automovilista, sino que afectó a un tercero.

Si bien, no hubo un compromiso neurovascular, el proceso de recuperación y rehabilitación implica tiempo y dinero. Este último factor es importante, ya que impacta en las actividades laborales y productivas, e invita a cuestionarnos si verdaderamente las autoridades ejecutan acciones contundentes para reducir este tipo de circunstancias.

Caso No. 2: Paciente joven de 12 años, quien sufrió una fractura luxación expuesta al viajar en una motocicleta sin equipo de protección, con atrapamiento del pie en los rayos de la rueda delantera de la motocicleta (*Imagen 3.0.*). Fue sometido a aseo quirúrgico y reconstrucción ligamentaria.

Imagen 3.0. Fractura luxación expuesta del tobillo derecho.



En esta situación particular, relacionada a una motocicleta, se expone claramente el efecto de no utilizar los medios necesarios para prevenir accidentes. Resulta llamativo que, según los médicos del servicio de traumatología, el uso de una motocicleta sea catalogado como actividad y factor alto riesgo para sufrir un accidente. La concientización es crucial para reducir este tipo de daños (*imagen 4.0*), que repercuten notablemente en la calidad de vida de aquellos que los padecen.

Imagen 4.0. Fractura luxación expuesta del tobillo derecho.



Caso No. 3: Como último caso, se expone una fractura del húmero del lado derecho (*imagen 5.0.*) denominada “fractura de *Holstein-Lewis*” con un tercer fragmento en alas de mariposa, la cual fue secundaria a un accidente automovilístico tipo “choque lateral” con neuropraxia del nervio radial. Se sometió al paciente a una osteosíntesis con exploración del nervio radial, el cual se encontró íntegro y se recuperó a los 4 meses sin requerir más tratamiento.

Imagen 5.0. Fractura de Holstein-Lewis



Discusión de los resultados

Los hechos de tránsito representan una de las principales causas de mortalidad y lesiones a nivel mundial. Se caracterizan por una etiología multifactorial, cuya interacción multiplica el riesgo de un hecho de tránsito y con ello consecuencias médicas.

Un factor crítico que contribuye a la incidencia y gravedad de los hechos de tránsito es la agresividad al volante, dicha conducta puede estar influenciada por una compleja interacción entre factores genéticos y ambientales, donde el entorno y las experiencias personales juegan un papel crucial en la modulación de este comportamiento.

Con base en esta información, y los resultados obtenidos, es posible evaluar a los participantes en dos grupos de interés: Aquellos que experimentaron durante su infancia maltrato y tienen el recuerdo de sus

padres manejando molestos, gritando a otros conductores y teniendo por ello algún percance, y los individuos que refieren no haber vivido ninguno de los dos escenarios.

Se determinó, a partir de un ejercicio estadístico de riesgo relativo (Tabla 1.0), que las personas expuestas a la violencia (ya sea sufrirla o verla en sus padres al conducir) tienen 0.78 veces más riesgo de actuar agresivamente al volante que aquellas no expuestas.

Este dato es crucial al comprender la influencia del entorno en el desarrollo del individuo. Al ver nuevamente los porcentajes representativos de cada grupo, resulta interesante que poco más del 68% del primer sector, aunque se expuso, no vislumbran la posibilidad de actuar de manera violenta, mientras que el 21.3% del segundo, sin haber vivido este tipo de circunstancias, sí tiende a comportarse así.

Al seguir escudriñando el comportamiento de los conductores, y la influencia de factores externos, el consumo de sustancias psicoactivas se identificó como dato crucial. Es bien conocido por todos que conducir bajo los efectos del alcohol o cualquier otro elemento que inhiba los sentidos, disminuye la agilidad mental y la coordinación motora. Acorde a lo identificado por el instrumento, del 73.3% que han manejado bajo la influencia de las drogas en algún momento de su vida, el 90.6% lo hizo bajo la influencia del alcohol, proyectándose como la principal sustancia asociada a accidentes durante la conducción, indicado previamente en el planteamiento.

Por tanto, aunque las medidas empleadas para reducir el número de accidentes de tránsito son efectivas, el desafío persiste, resaltando así la necesidad de desarrollar nuevos recursos para abordar este problema. Además, es preocupante el alto porcentaje detectado de personas que consumieron una combinación de alcohol, marihuana y cocaína en comparación con aquellos que consumieron solo marihuana. Esta situación apertura la posibilidad de investigar con mayor profundidad el impacto de consumir múltiples sustancias psicoactivas.

Finalmente, al revisar las lesiones traumáticas causadas por estos incidentes, resulta atractivo ver aquellos estudios que han reportado a las lesiones en la cabeza como la primera causa de hospitalización en colisiones de vehículos, que en conjunto con las lesiones en extremidades inferiores, se asocian a un mayor tiempo de hospitalización de las víctimas (Ayuso-Gutiérrez y Bermúdez-Morata, 2015; Ordoñez et al., 2014), esto, en relación con los hallazgos de nuestra investigación, que exponen a las lesiones en miembros superiores e inferiores como las más frecuentes. En otro estudio, realizado por Consuelo et al. (2016) en

el Estado de México, se encontró que la motocicleta era el tercer vehículo más frecuentemente involucrado en accidentes que requerían hospitalización. También se observó un uso bajo de dispositivos de seguridad, como lo es el casco. Este resultado es similar a lo reportado por médicos del servicio de traumatología del Hospital General de Cuernavaca, que catalogan el uso de motocicleta como actividad y factor de alto riesgo para accidentes.

Conclusiones

La influencia insidiosa de diversos factores, especialmente los arraigados en la biología humana y la genética, modela y perturba el comportamiento de las personas, influyendo alarmantemente en habilidades tan críticas como la conducción. En este complejo entramado, la conducción se revela como una destreza que demanda comunicación, coordinación y juicio, todas ellas vulnerables a distracciones y a la tentación de sustancias. Este capítulo desvela con una claridad inquietante la facilidad con la que uno puede sucumbir a estos peligros, y cómo la falta de control sobre estas acciones, combinada con una incompleta comprensión del cuerpo humano, abre las puertas a una avalancha de accidentes. Si esta problemática no se aborda con celeridad y seriedad, las consecuencias pueden ser devastadoras.

En el enigmático ámbito biológico, las causas de los accidentes de tránsito son un misterio complejo, con múltiples factores entrelazados que no se excluyen mutuamente. La intrincada interacción de estos elementos perturba las habilidades de conducción, incrementando el riesgo de manera alarmante. Podría existir, escondida en nuestros genes, una conexión aún no descubierta que agrava estos peligros. Además, los factores externos, esos sobre los cuales no poseemos control alguno, amplifican el riesgo real más allá de nuestras más temibles estimaciones.

Aunque la prevención y la educación vial se perfilan como baluartes esenciales para mitigar la incidencia de estos eventos y salvaguardar nuestras carreteras, se vislumbra la necesidad de un enfoque integral. Solo mediante una comprensión más profunda y la creación de nuevas y mejores medidas preventivas podremos desentrañar este laberinto de peligros y protegernos de sus amenazas ocultas.

Semblanza de los autores

Abimelec Morales Quiroz

Nació el 24 de enero de 1971, en Cuautla, Morelos. Catedrático de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Realizó la licenciatura de Médico Cirujano en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), y posteriormente se especializó en Criminalística por el Instituto Nacional de Ciencias Penales (INACIPE). De igual forma, cuenta con una maestría en Antropología por el Centro de Investigación y Docencia en Humanidades del Estado de Morelos (actualmente, El Colegio de Morelos).

Ha trabajado perito del H. Tribunal Superior de Justicia del Estado de Morelos, la Comisión Estatal de Derechos Humanos del Estado de Morelos y el Consejo de la Judicatura Federal.

Actualmente, es director de la empresa Perbiost México, así como miembro activo de la “International Association for Identification”, la “Asociación Internacional para la Identificación IAI División Colombia” y el “Colegio de profesionales en criminología, criminalística y ciencias forenses de Tabasco”.

Jorge Maximiliano Huacuz Maldonado

Es médico cirujano y partero egresado de la UMSNH Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). Es especialista en Ortopedia y Traumatología por la Universidad Nacional Autónoma de México. De igual forma, cuenta con una Alta Especialidad en Mano y Microcirugía por el Instituto Nacional de Rehabilitación y la UNAM y un Fellow en Cirugía de Hombro y Codo por Reconstructive Orthopaedic Center en Houston Texas.

Actualmente, es catedrático de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) y trabaja en el Hospital General de Cuernavaca “Dr. José G. Parres”, donde atiende casos de reconstrucción de la extremidad torácica, neuropatías compresivas de extremidad torácica y reemplazos articulares de hombro y codo.

Karen López Bello

Originaria de Cuernavaca, Morelos, nació el 10 de enero de 2001. Actualmente, cursa la licenciatura en Médico Cirujano en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Desde muy joven mostró interés en el campo de la salud, buscando enriquecer su educación para proyectarse de manera más amplia en su área profesional.

Karen participó en simposios relacionados con la medicina y obtuvo importantes acreditaciones, como la conclusión satisfactoria del diplomado de "Paramédico en trauma y emergencias médicas" ofrecido por el Instituto de Medicina del Deporte (INMEDEP). Además, está certificada en Soporte Vital Básico por la American Heart Association (AHA) y en control de hemorragias ("Stop the Bleed") por el Colegio Americano de Cirujanos. Asimismo, cuenta con la certificación internacional de la ONU en el curso "Active Shooter" y la constancia en "Primeros Auxilios - Código 911". Asimismo, fue avalada en las habilidades del curso "Trauma Team" por el Hospital General Manuel Gea González. Actualmente, continúa ampliando sus conocimientos en diversas ramas de la medicina, para convertirse en un profesional altamente capacitado, íntegro y productivo.

Erick André Hernández Morales

Es un joven comprometido con la promoción de la salud y el bienestar social. Desde los 16 años, ha participado activamente en iniciativas de prevención del VIH y la contaminación ambiental, además de abordar la falta de comunicación en los servicios de salud para adolescentes. A través de su formación como Médico Cirujano, ha continuado promoviendo la salud mediante ferias, pláticas y talleres comunitarios. Reconocido como uno de los 100 líderes jóvenes de Morelos, actualmente se desempeña como Coordinador de la Secretaría de Salud, Salud Mental y Buenos Hábitos del Estudiante en la Facultad de Medicina de la UAEM por parte del Comité Ejecutivo de la Sociedad de Alumnos; de igual forma, es Subsecretario de salud de la Red Jóvenes x México donde trabaja en proyectos para impactar positivamente en la sociedad y fomentar el cambio generacional.

Pedro Alberto Antunez Flores

Nacido en Cuernavaca, Morelos, el 5 de septiembre de 1999, mostró un destacado desempeño académico desde temprana edad y demostró un marcado interés en el campo de la salud. Se graduó del bachillerato en la Escuela de Técnicos Laboratoristas como "Técnico Laboratorista Industrial Farmacéutico" en 2018, y completó un diplomado sobre "La importancia de las ciencias forenses en el sistema de justicia adversarial" ese mismo año. Además, obtuvo su constancia como "Técnico en Urgencias Médicas nivel básico" en la Cruz Roja Mexicana, Delegación Estatal Morelos.

En la actualidad, es estudiante de la licenciatura en Médico Cirujano en la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Ha participado en muchos cursos presenciales y virtuales,

en ferias de salud y simposios, lo que demuestra su búsqueda de conocimiento y compromiso con su formación profesional.

Jasiel Neftali Flores Linares

Nació el 5 de julio del 2002 en la Ciudad de Cuernavaca, Morelos. En su vida ha participado en eventos como olimpiadas del conocimiento en matemáticas, física y biología. De igual forma, ha colaborado en acciones de beneficio social, como campañas de donación de ropa, alimentos y juguetes para habitantes de comunidades marginadas del Estado de Morelos.

En el año 2020, ingresó a la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), destacando por su búsqueda del conocimiento al acudir a cursos, talleres y capacitaciones en diferentes rubros, siendo notable su enfoque en la Salud Pública. En dicha trayectoria, resalta la conclusión del diplomado “Técnico en Urgencias Médicas” en 2021, impartido por la Academia de Profesionales de la Salud México y la Sociedad de Urgencias Médicas y Emergencias de Morelos, y su formación como instructor en las disciplinas “Basic Life Support” y “Advanced Cardiovascular Life Support” de la American Heart Association en el 2022.

En su afán por contribuir a la formación de sus compañeros en la adquisición de más y mejores habilidades prácticas, fundó el proyecto “Sociedad para el Avance en la Educación Médica” (SAEM), con el cual ha dado difusión de contenido médico en redes sociales, así como también, ha organizado conferencias y talleres de alta calidad y bajo costo en beneficio de todos.

Actualmente es presidente del Comité Ejecutivo de la Sociedad de Alumnos (CESA) de la Facultad de Medicina, donde trabaja en ejes para la Defensa de la Mujer y la Diversidad, Salud Mental y Buenos Hábitos y la promoción de la Cultura y el Deporte.

Referencias Bibliográficas

1. Taos (2016) El transporte terrestre y la historia de la humanidad. SERTRANS. <https://www.sertrans.es/el-transporte-terrestre-la-historia-de-la-humanidad/>
2. Chavez, R. (2020) El mercado mexicano y los primeros automóviles. EL MIRADOR. <https://elmirador.sct.gob.mx/sobre-ruedas/el-mercado-mexicano-y-los-primeros-automoviles-1>
3. Moctezuma, E. M. (2012). Estudio de la motorización en México mediante la dinámica de posesión vehicular: Determinantes macro y microeconómicos. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. <https://trid.trb.org/view/1286001>
4. Caminos y Puentes Federales (2022). Seguridad vial en México. <https://www.gob.mx/capufe/es/articulos/seguridad-vial-en-mexico?idiom=es>
5. Miranda, V. (2007). La industria automotriz en México: Antecedentes, situación actual y perspectivas. *Contaduría y administración*, (221), 209-246. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-10422007000100010&lng=es&tlng=es
6. McFarlane, A (2010) How the UK's first fatal car accident unfolded. British Broadcasting Corporation News Magazine. <https://www.bbc.com/news/magazine-10987606>
7. Felipe, D. (2014). 1896, primera multa de tráfico y primer fallecimiento por accidente. Real Automóvil Club de Cataluña. <https://www.racc.es/blog/coche/1896-primera-multa-de-traffic-y-primer-fallecimiento-por-accidente/>
8. Unidad del Sistema de Urgencias Médicas y Desastres y Departamento de Promoción de la Salud de los Servicios de Salud del Estado de Puebla. (2021). Día mundial en recuerdo de las víctimas de accidentes de tráfico. Gobierno del Estado de Puebla. <https://ss.puebla.gob.mx/images/areas/informate/Victimas%20Accidentes%20de%20Tráfico%202021.pdf>
9. Arredondo, R. (2022). Reglamento municipal de tránsito de Cuautla, Morelos. Consejería Jurídica del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos http://marcojuridico.morelos.gob.mx/archivos/reglamentos_municipales/pdf/REGTRANSITOCUAU.pdf
10. González, Z. (2022). Objeción su señoría. Síntesis Hidalgo. <https://sintesis.com.mx/hidalgo/2022/05/10/objecion-su-senoria-10/>

11. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2023) Estadísticas de defunciones reportadas (EDR). <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/EDR/EDR2022.pdf>
12. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2023) Conjunto de datos de vehículos de motor registrados en circulación. https://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/proyectos/bd/continuas/transporte/vehiculos.asp?s=est&c=13158&proy=vmrc_vehiculos
13. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2023) Conjunto de datos de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas. <https://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/proyectos/bd/continuas/transporte/accidentes.asp#>
14. Comisión Estatal de Seguridad Pública (2023), Incidencia delictiva del fuero común, Morelos. http://repositoriomorelos.mx/sites/default/files/Ejecutivo_Central/CES/2018/Articulo51/LTAIPEM51_FX_XIX_Estadisticas_generadas/2023Septiembre/CNSP-Delitos-2023_sep23.pdf
15. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2023), Censo Nacional de Seguridad Pública Federal. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/cnspf/2023/doc/cnspf_2023_resultados.pdf
16. Rincón, S. (2022) Con la Guardia Nacional, infracciones en carreteras caen más de la mitad en este sexenio; agentes piden capacitación. Animal Político. <https://animalpolitico.com/seguridad/infracciones-carreteras-sexenio-guardia-nacional>
17. Ley de la Guardia Nacional. (2019). Art. 9, Fracción XXXII. Diario Oficial de la Federación
18. Rincón, S. (2022) La Guardia Nacional reconoce disminución de infracciones en carreteras; argumenta que su estrategia prioriza educar a conductores. Animal Político. <https://animalpolitico.com/2022/06/guardia-nacional-reconoce-disminucion-infracciones-carreteras>
19. Herrero, S. (2016). Formalización del concepto de salud a través de la lógica: impacto del lenguaje formal en las ciencias de la salud. *Ene*, 10(2). http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1988-348X2016000200006&lng=es&tlng=es
20. El Universal (2015) Principales causas de accidentes viales. <https://www.eluniversal.com.mx/articulo/autopistas/2015/08/20/principales-causas-de-accidentes-viales/>
21. Cruz, R. (2022). La epidemia de obesidad en México: apuntes para su estudio desde la historia social y el pensamiento genealógico. *Inter disciplina*, 10(28), 465-506. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2022.28.83311>
22. Lazcano, E. & Shamah, T. (2023). La salud de los mexicanos en cifras: resultados de la Ensanut 2022. <https://www.insp.mx/informacion-relevante/la-salud-de-los-mexicanos-en-cifras-resultados-de-la-ensanut-2022>
23. Fundación MAPFRE (2021). Enfermedades respiratorias. <https://www.fundacionmapfre.org/media/educacion-divulgacion/seguridad-vial/movilidad-segura->

salud/temas-clinicos-conduccion-segura/enfermedades-hematologicas-respiratorias/enfermedades-respiratorias.pdf

24. Mens health (2019) Siete enfermedades que afectan la conducción. <https://www.menshealth.com/es/salud-bienestar/a27085601/conducir-coche-enfermedades-peligros-accidentes/>
25. Basto-Abreu, A., López-Olmedo, N., Rojas-Martínez, R., Aguilar-Salinas, C. A., Moreno-Banda, G. L., Carnalla-Cortés, M., Rivera, J. Á., Romero-Martínez, M., Barquera, S., & Barrientos-Gutiérrez, T. (2023). Prevalencia de prediabetes y diabetes en México: ENSANUT 2022. *Salud Publica De México*, 65, s163-s168. <https://doi.org/10.21149/14832>
26. Mayo clinic (2022) Drogadicción (trastorno de consumo de sustancias). <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/drug-addiction/symptoms-causes/syc-20365112>
27. Strohl, K. (2022) Apnea obstructiva del sueño. *MANUAL MSD*. <https://www.msmanuals.com/es-mx/professional/trastornos-pulmonares/apnea-del-sue%C3%B1o/apnea-obstructiva-del-sue%C3%B1o>
28. Fundación MAPFRE (2021) Enfermedades hematológicas. <https://www.fundacionmapfre.org/media/educacion-divulgacion/seguridad-vial/movilidad-segura-salud/temas-clinicos-conduccion-segura/enfermedades-hematologicas-respiratorias/enfermedades-hematologicas.pdf>
29. Fundación MAPFRE (2015) Enfermedades digestivas. <https://www.fundacionmapfre.org/media/educacion-divulgacion/seguridad-vial/movilidad-segura-salud/temas-clinicos-conduccion-segura/trastornos-digestivos-metabolismo/enfermedades-digestivas.pdf>
30. Martín, L. (2019) Patologías que alteran la capacidad de conducción: de alergias a depresión. *Diario AS*. https://as.com/deporteyvida/2019/04/21/portada/1555871024_702503.html
31. MedlinePlus (2023) ¿Qué significa tener una predisposición genética a una enfermedad? <https://medlineplus.gov/spanish/genetica/entender/variantesytrastornos/predisposicion/>
32. Martínez, A. (2016). La violencia. Conceptualización y elementos para su estudio. *Política y cultura*, (46), 7-31. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-77422016000200007&lng=es&tlng=es
33. Jean-Claude Chenais (1981) *Histoire de la violence*, París, Robert Laffond (ed.)
34. Wrangham, R.W., (2018) Two types of aggression in human evolution. *Proc Natl Acad Sci U S A* 115, 245–253. <https://doi.org/10.1073/pnas.1713611115>

35. Kolla NJ, Bortolato M. (2020) The role of monoamine oxidase A in the neurobiology of aggressive, antisocial, and violent behavior: A tale of mice and men. *Prog Neurobiol.* Nov;194:101875. doi: 10.1016/j.pneurobio.2020.101875.
36. Reif, A., Richter, J., Straube, B. *et al.* (2014) MAOA and mechanisms of panic disorder revisited: from bench to molecular psychotherapy. *Mol Psychiatry* 19, 122–128. <https://doi.org/10.1038/mp.2012.172>
37. Peden, M., Scurfield, R., Sleet, D., Mohan, D., Hyder, A. A., Jarawan, E., & Mathers, C. (2004). Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito. *Revista Panamericana de Salud Publica-pan American Journal Of Public Health.* <https://iris.paho.org/handle/10665.2/726>
38. Dirección General de Tráfico (2023) El peligro de fumar al volante. <https://revista.dgt.es/es/noticias/nacional/2023/05MAYO/0531-dia-mundial-tabaco-2023.shtml#>
39. Center for Disease Control And Prevention (2024) Cannabis and Driving <https://www.cdc.gov/marijuana/health-effects/es/driving.html>
40. National highway Traffic Safety Administration (2017) Manejar bajo la influencia de las drogas. <https://www.nhtsa.gov/es/conducir-de-forma-riesgosa/manejar-bajo-la-influencia-de-las-drogas>
41. Comisión Nacional contra las Adicciones (2022) México atiende el consumo de sustancias psicoactivas con un enfoque de salud pública: Conadic. <https://www.gob.mx/salud/conadic/prensa/mexico-atiende-el-consumo-de-sustancias-psicoactivas-con-un-enfoque-de-salud-publica-conadic?idiom=es>
42. Comisión Nacional contra las Adicciones (2022) Accidentes automovilísticos por alcohol, primera causa de fallecimiento en personas de 20 a 39 años. <https://www.gob.mx/salud/conadic/prensa/accidentes-automovilisticos-por-alcohol-primera-causa-de-fallecimiento-en-personas-de-20-a-39-anos?idiom=es#:~:text=Las%20bebidas%20alcoh%C3%B3licas%20reducen%20el,y%20aumento%20de%20sensibilidad%20a>
43. Recio, J. (2020) Drogas en la conducción, objetivo cero. Fundación MAPFRE. <https://www.fundacionmapfre.org/educacion-divulgacion/seguridad-vial/movilidad-segura-salud/sabias-que/drogas-conduccion-objetivo-cero/>
44. Oficina de las Naciones Unidad contra la Droga y el Delito (2023) Señales de consumo de drogas. <https://www.unodc.org/drugs/es/get-the-facts/signs-of-drug-use.html>
45. Organización Panamericana de la Salud (2017) Beber y conducir. <https://www.paho.org/es/documentos/hoja-informativa-beber-conducir>
46. Cervantes, A., Barrera, H., Ruelas, D. & Rojas, R. (2017) Protocolo para la implementación de puntos de control de alcoholimetría. Secretario Técnico del Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/249279/Protocolo_2a_edici_n.pdf

47. Cossio, E. (2023) Alcoholímetro, un aliado en prevención de accidentes. El Sol de Cuernavaca. <https://www.elsoldecuernavaca.com.mx/policiaca/alcoholimetro-un-aliado-en-prevencion-de-accidentes-9435462.html>
48. Abogados de indemnizaciones (2021) Secuelas de un accidente de tráfico. <https://indemnizaciones.abogado/secuelas-de-un-accidente-de-trafico/>
49. Lossetti, O., Trezza, F., & Patitó, J. A. (2003). Accidentes de tránsito: consideraciones médico-legales lesionológicas y tanatológicas. Cuadernos de Medicina Forense, 2(3), 7-15.
50. Consuelo, J. R., Morales, L., Gonzáles, C., J., Gaona, L. S., Portillo, O. y Rodríguez, J. (2022) Epidemiología de las lesiones por accidente de tránsito en el servicio de urgencias de un hospital de tercer nivel. Inteligencia Epidemiológica, Vol. 1 (2), 26-29.
51. Ayuso-Gutiérrez M, Bermúdez-Morata L. (2015) Modelización del tiempo de hospitalización en lesiones por tránsito. Salud Pública Mex, Vol 57(2):161-169
52. Ordoñez C, Rubiano J, Badiel M, Pino L F, Miñan-Arana F, Tejeda J W, et al. (2014) Epidemiología del trauma en dos hospitales de primer nivel de atención del suroccidente de Colombia. Reporte preliminar del registro internacional del trauma de la sociedad panamericana de trauma. Panamerican Journal of Trauma, Critical Care & Emergency Surgery, 3(14)