



UN PANORAMA DE LOS AUTOMOVILISTAS Y SUS HÁBITOS AL VOLANTE EN SALTILLO, COAHUILA

PEDRO REYES-PÉREZ, JAIME BURGOS-GARCÍA Y CAROLINA RAMOS-DURÁN

RESUMEN. Este trabajo presenta un estudio inicial sobre los hábitos y características de los conductores en Saltillo, Coahuila. Se recopiló información de diversas fuentes para comparar esta ciudad con otras similares en México, considerando la densidad vehicular y la cantidad de accidentes. Se aplicó una encuesta a conductores del área metropolitana de Saltillo, con preguntas sobre edad, género, accidentes, entre otros factores. Los datos obtenidos respaldan de manera cuantitativa algunos hallazgos previos de estudios cualitativos difundidos por medios locales, los cuales a su vez constituyen un primer paso hacia una mejor comprensión del comportamiento vial en contextos urbanos con características comparables.

1. INTRODUCCIÓN

Muchos accidentes viales están directamente relacionados con factores humanos, como la destreza de manejo, entendida como el desempeño del conductor y su reacción a estímulos en las vialidades. El estilo de manejo influye en la causa de un accidente y está condicionado por factores como actitudes, educación y emociones. Así, la destreza y el estilo de manejo interactúan, influyendo en el riesgo de colisiones y posibles errores al conducir. Según Reason [12], la distinción entre errores y violaciones de leyes de tránsito radica en sus diferentes orígenes psicológicos: los errores provienen de dificultades en el procesamiento cognitivo, mientras que las violaciones reflejan componentes motivacionales y emocionales. Específicamente, los errores se definen como el *fracaso de las acciones planificadas para lograr las consecuencias previstas*, mientras que las violaciones son *desviaciones deliberadas de aquellas prácticas necesarias para mantener el funcionamiento seguro de un sistema potencialmente peligroso*.

Dado que el factor humano es inevitable en la ocurrencia de accidentes vehiculares, es esencial considerar tanto aspectos fisiológicos (tiempos de reacción, percepción de errores, umbrales de percepción) como psicológicos (sensibilidad a estímulos, emociones, experiencia, educación vial). Para evaluar los aspectos psicológicos, se utilizan encuestas y cuestionarios que permiten analizar las actitudes de los conductores. El “cuestionario del comportamiento al volante” (DBQ, por sus siglas en inglés) es una herramienta ampliamente utilizada a nivel mundial para investigar factores relacionados con accidentes. En países hispanohablantes, la versión adaptada, denominada “cuestionario en español del comportamiento al volante” (SDBQ), ha sido aplicada en Argentina, España, Colombia y Ecuador [17], [6]. No obstante, en México no se han documentado estudios específicos usando el DBQ, aunque existen algunos trabajos relacionados [22], [18], [7]. Recabar información en México sobre factores de riesgo vial sería útil tanto para autoridades como para aseguradoras, permitiendo planificar estrategias como reformas viales y campañas educativas, especialmente en ciudades en crecimiento como Saltillo donde se ha centrado el estudio de este trabajo.

Otro factor que incide en los accidentes es el tráfico vehicular. Su estudio microscópico permite analizar el comportamiento de los conductores mediante el seguimiento de

2010 *Mathematics Subject Classification*. 62B10, 62D05, 62Q05.

Palabras clave. Accidentes viales, Movilidad, Estadística Descriptiva, Tamaño de muestra, Saltillo.

vehículos con cámaras de video, radares o inteligencia artificial. Ejemplos de esta metodología son los estudios del Departamento de Transporte de Estados Unidos en el programa NGSIM, que recopila trayectorias vehiculares en vías como la *US 101* y el Lankershim Boulevard en Los Ángeles [19]. En consecuencia, el conocimiento de la densidad de vehículos en una población es importante para analizar, por ejemplo, el supuesto de que a mayor cantidad de vehículos mayor cantidad de accidentes. Dicha cuestión se aborda también en este trabajo y los datos muestran que no necesariamente existe una proporción directa entre el tamaño de parque vehicular y el número de accidentes.

Inspirados en lo expuesto anteriormente, en el año 2023 se planeó originalmente recabar información de los conductores de Saltillo, así como del parque vehicular, con la ayuda de alguna instancia gubernamental. Sin embargo, en ese momento no se pudo obtener el apoyo solicitado. En consecuencia, se creó un cuestionario corto y se difundió por distintos medios para obtener información sobre las características demográficas, sociales y de algunos hábitos de manejo de los conductores en Saltillo. Los detalles acerca del cuestionario y de la metodología utilizada para su aplicación se encuentran en la sección (4) donde también se realiza un análisis cualitativo y cuantitativo de las respuestas. Los datos muestran que, por ejemplo, un porcentaje significativo de los encuestados no siempre respetan las señales de tránsito ni los límites de velocidad, también se observó que los hombres son los que menos respetan estas normas, y que las mujeres protagonizan menos accidentes que los hombres. Los datos también confirman algunos estudios de otros autores acerca de la tendencia al alza en los tiempos de traslado de las personas. En la sección (2) se presenta un panorama general del parque vehicular y el número de accidentes nacionales reportados en los últimos años con la finalidad de poner en perspectiva al estado de Coahuila en el contexto nacional. Un resultado revelador muestra que el estado de Nuevo León presenta una gran cantidad de accidentes ya que, en promedio, registró casi tres veces más percances que el área metropolitana del Valle de México entre los años 2017 y 2023. En la sección (3) se presentan datos específicos para el área metropolitana de Saltillo que han sido recabados de distintas fuentes tanto nacionales como locales y que muestran una importante tendencia al alza de los accidentes viales. Finalmente, en la sección (5), se hacen conclusiones sobre la investigación realizada, y además se ofrecen perspectivas de trabajo futuro.

2. PARQUE VEHICULAR Y NÚMERO DE ACCIDENTES A NIVEL NACIONAL

En la introducción se mencionó que la cantidad de vehículos en circulación es un factor que influye en la ocurrencia de accidentes tanto a nivel local como nacional. Para obtener y analizar esta información se consultaron las bases de datos en la página del INEGI y fueron procesados con el lenguaje de programación *R*, [14].

2.1. Automóviles en circulación a nivel nacional. De acuerdo con el INEGI [26], los vehículos de motor se clasifican como: automóvil, camiones y camionetas ambos tanto de pasajeros como de carga, y motocicletas. Al hacer referencia del total de vehículos, se está considerando a todos los mencionados. En la figura 1, se observa el crecimiento del parque vehicular a partir del año de 1980 hasta 2023; la gráfica azul representa el total de vehículos en circulación, la cual pasó de 5,758,330 a 58,199,293, esto indica que en 43 años el incremento fue de 52,440,963 de unidades; la gráfica roja indica el crecimiento únicamente de automóviles, el cual pasó de 3,950,042 a 38,039,898, esto es un incremento de 34,089,856; la gráfica negra representa a camiones y camionetas tanto de pasajeros como de carga y motocicletas, los registros de todos estos vehículos pasaron de 5,758,330 a 20,159,395, presentando un incremento de 14,401,065 unidades.

En el cuadro 1, se presenta el número de vehículos en circulación en los últimos años de la Ciudad de México, Estado de México, Nuevo León, Coahuila, San Luis Potosí y

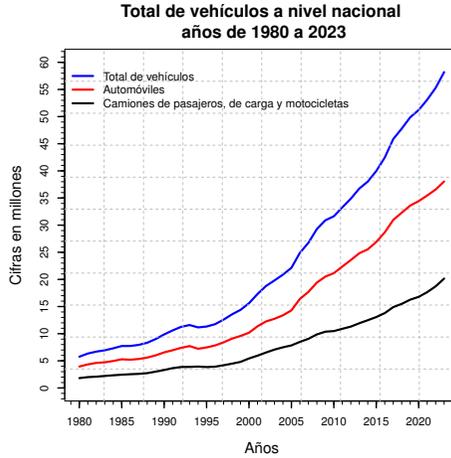


FIGURA 1. Parque vehicular nacional.

Chihuahua. Las tres primeras entidades federativas se eligieron debido a su cantidad de habitantes y por su tamaño de parque vehicular; las tres siguientes entidades se eligieron por su cantidad de población que es equiparable entre sí.

Entidad federativa	Años					Población 2020
	2019	2020	2021	2022	2023	
México	8,170,767	8,571,466	8,996,664	9,421,189	9,988,109	16,992,418
CDMX	6,084,903	6,145,553	6,235,773	6,368,520	6,471,738	9,209,944
Nuevo León	2,385,644	2,476,062	2,568,278	2,686,334	2,232,607	5,784,442
Coahuila	970,099	1,005,474	1,039,056	1,127,781	1,257,493	3,146,771
San Luis Potosí	1,243,194	1,280,233	1,328,813	1,357,909	1,476,277	2,822,255
Chihuahua	1,672,105	1,725,183	1,782,627	1,931,820	1,879,130	3,741,869

CUADRO 1. Parque vehicular en el periodo del 2019 al 2023, y población.

2.2. Accidentes. En este trabajo es de interés analizar la cantidad de accidentes ocurridos en México, para esto se utilizan los datos del INEGI. La información se obtuvo a nivel de entidad y municipal desde 1997 hasta 2023 [8], y en [9] se consultaron los registros por entidad federativa de los años 2019 a 2023. A partir de estas bases de datos se generaron las gráficas de la figura 2, que muestran el número de accidentes por entidad entre los años 2017 y 2023. Cabe destacar que Nuevo León resalta por tener la mayor cantidad de accidentes en cada uno de estos años con un promedio de 75,294 superando significativamente a las demás entidades de toda la República Mexicana, inclusive al Estado de México y la Ciudad de México, las cuales en conjunto tienen en promedio de 26,016 accidentes. Lo anterior quiere decir que Nuevo León registró casi tres veces más percances que el área metropolitana del Valle de México. También se puede observar que en este periodo de tiempo, los primeros diez lugares fueron ocupados casi por las mismas entidades, estas son: Nuevo León, Chihuahua, Sonora, Jalisco, Guanajuato, Michoacán y Estado de México. Continuando con el análisis de la figura 2, es interesante notar que Coahuila se encontró entre los diez primeros lugares en accidentes vehiculares en los años de 2017 a 2021, y presentó una ligera disminución en los años 2022 y 2023. En promedio, Coahuila de los años de 2017 a 2023 se encuentra en el décimo lugar con 12,272 accidentes.

Por otra parte, Chihuahua tiene una población equiparable con Coahuila, vea la columna derecha de el cuadro 1, pero con mayor cantidad de parque vehicular el cual

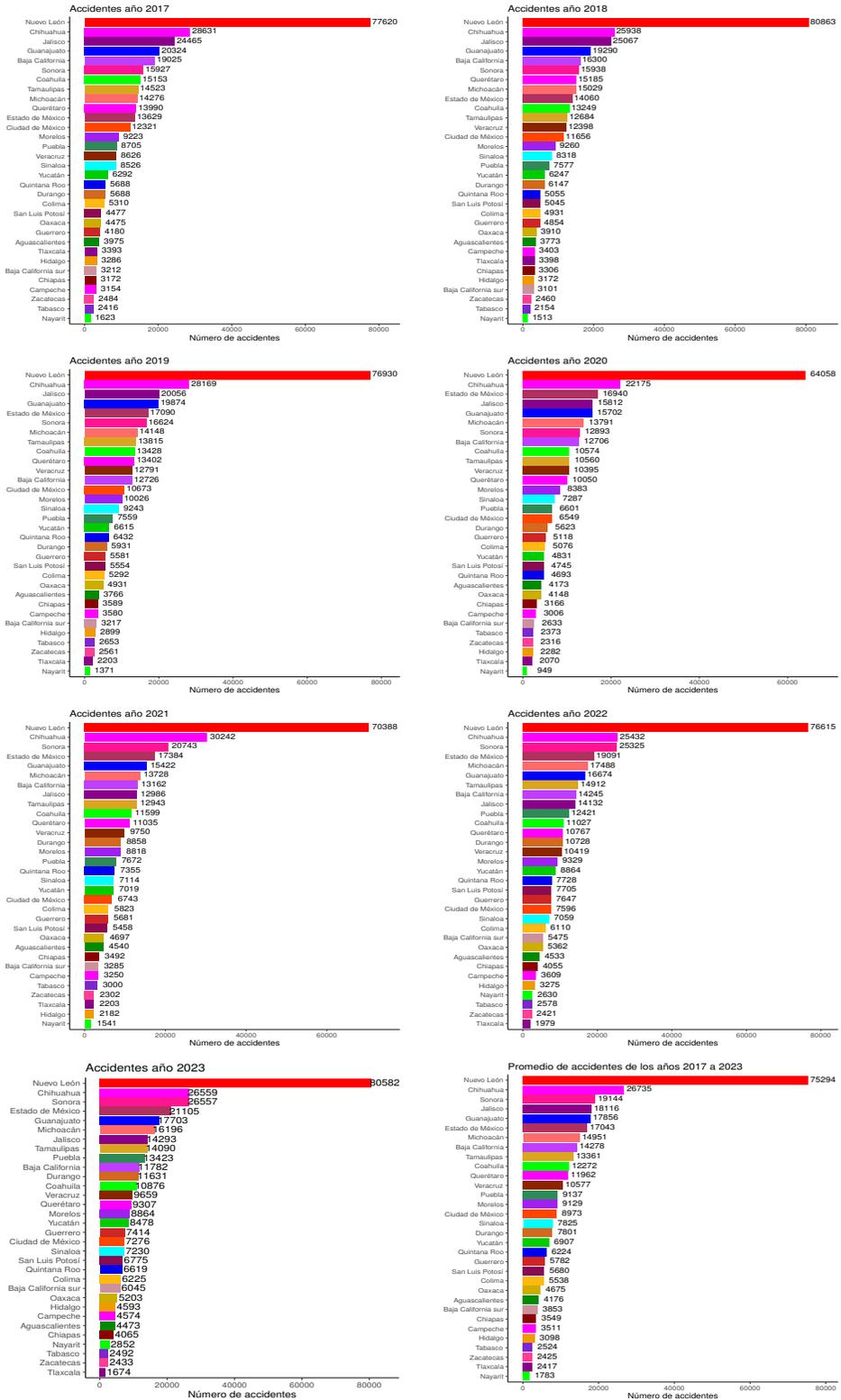


FIGURA 2. Accidentes por entidad federativa en el periodo 2017-2023. Datos obtenidos de [9].

es de aproximadamente 1, 879, 130, mientras que Coahuila tiene 1, 257, 493 unidades. Se observa que Chihuahua presenta una cantidad de accidentes mucho mayor ocupando siempre el segundo puesto con 26, 735 percances en promedio. Un caso contrario es San Luis Potosí, donde la población es equiparable con Coahuila y presenta un parque vehicular de aproximadamente 1, 476, 277, pero que reporta un número menor de accidentes con un promedio 5, 680. Vea el cuadro 1 y la gráfica del año 2023 de la figura 2.

Este breve análisis muestra que Coahuila tiene un número importante de accidentes de tránsito ubicándose en la décima posición y para el caso particular de Saltillo, dicho número ha ido a la alza y de manera lamentable también el número de decesos. Lo cual veremos en la próxima sección.

3. PARQUE VEHICULAR Y NÚMERO DE ACCIDENTES EN SALTILLO

Según los datos de la Secretaría de Economía [24], en 2020 la población en el área metropolitana de Saltillo fue de 1,031,779 habitantes (aproximadamente 50 % hombres y 50 % mujeres), comparando esta cantidad con la registrada en el año 2010, se observa un crecimiento de 25.3 %. Por otra parte, el Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN de Saltillo) reporta que en la ciudad circulan diariamente alrededor de 500,000 vehículos [23]. Más aún, en la nota del periódico Vanguardia [20] se afirma que, “*en la zona conurbada de Saltillo existen más autos que viviendas, lo cual explica el problema de congestionamiento que padecemos a casi cualquier hora del día y la nula promoción del traslado peatonal*”. Cabe mencionar que el problema del tráfico y la movilidad en la ciudad de Saltillo ha sido estudiado anteriormente a tal punto que en la misma nota periodística [20] se menciona que, “*Los rezagos en materia de movilidad urbana en la zona metropolitana de Saltillo se han diagnosticado hasta la saciedad*”. Y solo recientemente se han puesto en marcha acciones prácticas para tratar de mejorar las condiciones de movilidad en la ciudad, como es el estudio del tráfico en los puntos con mayor congestionamiento usando un simulador de tráfico cuyos datos se obtienen con cámaras y drones [23].

Respecto a los accidentes en Saltillo, en la referencia [13] se puede encontrar una investigación de los accidentes viales durante el periodo del 2018 al 2023. En este trabajo se menciona que distintas fuentes, como el Área de Control de Accidentes de Policía Preventiva y Tránsito Municipal de Saltillo reportaron, para el año 2023, un total de 892 siniestros viales como: choques entre vehículos, choques contra objeto fijo, volcaduras y atropellamientos; los cuales dejaron un saldo de 467 personas heridas, de estas se reportaron 427 conductores u ocupantes de un vehículo, 38 peatones y 2 ciclistas. Más aún, las cifras de decesos relacionados con accidentes viales han ido a la alza como se puede observar en el cuadro 2.

Año	Automovilistas	Peatones	Ciclistas	Total
2023	26	30	0	56
2022	20	31	1	52
2021	18	25	2	45
2020	11	23	3	37
2019	16	25	1	42
2018	10	22	1	33

CUADRO 2. Número de decesos relacionado con accidentes viales en Saltillo en el periodo comprendido entre los años 2018 al 2023. Datos extraídos de [13].

4. ESTRUCTURA DE LA ENCUESTA Y DATOS RECADADOS

Con el fin de obtener información preliminar respecto de algunas características y hábitos de los conductores en el área metropolitana de Saltillo, se realizó una breve encuesta de 18 preguntas la cual puede encontrarse en [25]. Ésta se difundió principalmente entre la comunidad de la Universidad Autónoma de Coahuila así como a través de redes sociales. Para tener una muestra confiable, se realizó el cálculo del tamaño de muestra para una población finita, con un 96 % de confianza de acuerdo con la expresión (1). Esta fórmula puede encontrarse en diferentes textos, por ejemplo, [2] y [11], por mencionar algunos.

$$(1) \quad n = \frac{N (Z_\alpha)^2}{p} (1 - p) E^2 (N - 1) + (Z_\alpha)^2 p (1 - p).$$

Donde.

- $N = 879958$.
- $\alpha = 0.04$.
- $(Z_\alpha)^2$, es el cuantil de la distribución normal estándar.
- $p = 0.5$, es probabilidad de éxito del evento.
- $E = 4\%$, es el error de estimación máximo permitido.

El valor de N es el tamaño de la población adulta en Saltillo Coahuila y se obtuvo del INEGI, lo cual puede ver en [2]. Con las especificaciones dadas, el tamaño de muestra necesario es $n \geq 576$. Sin embargo, en la encuesta aplicada se obtuvieron 722 respuestas, de éstas se quitaron los que no sabían manejar y dos preguntas en las cuales no hubo respuestas. Así que el total de encuestas contestadas correctamente fue de 676. Considerando esto, el número de respuestas es mayor que el tamaño de muestra calculado. Aunque el número de la encuestas contestadas cumple con las condiciones del tamaño de muestra dado en (1), ésta tiene sesgo debido a que no fue difundida aleatoriamente sino que se aplicó principalmente entre la comunidad universitaria y en redes sociales.

4.1. Datos sociodemográficos de la encuesta. Del total de las 676 respuestas obtenidas, el 53.7 % corresponden a mujeres y 46.3 % a hombres. De estas 676 personas, el 83.3 % son originarios de Coahuila, el 3.3 % es de la Ciudad de México, el 2.4 % de Nuevo León, el 1.1 % de Tamaulipas, y el 7.7 % de otras entidades. Del porcentaje de personas originarias de Coahuila se observó que la gran mayoría de los conductores provienen de la región Sureste con el 86 %, mientras que únicamente el 14 % proviene de las regiones: Centro, Carbonífera, Laguna, Norte y Desierto. La información descrita se puede ver en el cuadro 3.

En la sección (1) se mencionó que ciertos factores humanos relacionados con la edad como, la experiencia, umbrales de percepción, y el manejo de las emociones resultan ser factores en los accidentes. En consecuencia, es de interés saber la edad en la que han aprendido a manejar los conductores. En el cuadro 4 se observa que el 17.3 % empezó a conducir entre los 13 a 15 años, el 74 % entre los 16 a los 21 años y el 8 % a partir de los 22 años. En este punto, vale la pena recordar que la encuesta fue contestada en su mayoría por universitarios y gente con acceso a las redes sociales, por tal motivo los resultados pueden presentar un sesgo.

Un factor importante es la forma en que los conductores aprendieron a manejar. De los 676 encuestados, 455 no tomaron curso de manejo lo cual equivale al 67.3 %; así que únicamente el 32.7 % tomó curso en alguna escuela de manejo. Otro factor de interés fue saber cuántos conductores hay en cada hogar, independientemente del número de integrantes de cada familia. Se tiene que en la gran mayoría de los hogares hay dos conductores esto es el 46.2 %, el 22.3 % tiene tres conductores y en el 15 % se tienen cuatro o más. Por supuesto, este factor está relacionado con el número de vehículos que hay en cada hogar. Con respecto a las residencias, los datos muestran que sólo en 17 de ellas no cuentan con vehículo propio, en 186 hay un vehículo; en

Dato	Cantidad	Porcentaje
Conductores femeninos	363	53.7
Conductores masculinos	313	46.3
Residentes en Saltillo	631	93.3
No residentes en Saltillo	45	6.7
Nacidos en:		
Coahuila	563	83.3
Ciudad de México	22	3.3
Nuevo León	17	2.4
Tamaulipas	12	1.7
Estado de México	9	1.3
Otra entidad	53	7.7
Coahuila, región de nacimiento		
Sureste	484	71.6
Centro	29	4.3
Carbonífera	22	3.3
Laguna	13	1.9
Norte	11	1.6
Conductores en casa		
Uno	107	15.8
Dos	312	46.2
Tres	151	22.3
Cuatro o más	106	15.7

CUADRO 3. Datos sociales y demográficos de la encuesta.

Edades	Mujeres	%	Hombres	%	Total	%
7-9	0	0.0	1	0.1	1	0.1
10-12	1	0.1	2	0.3	3	0.4
13-15	43	6.4	74	10.9	117	17.3
16-18	115	17.0	153	22.6	268	39.6
19-21	155	22.9	75	11.1	230	34.0
22-24	14	2.1	1	0.1	15	2.2
25-27	21	3.1	4	0.6	25	3.7
28-30	11	1.6	1	0.1	12	1.8
34-36	3	0.4	1	0.1	4	0.6
40-42	0	0.0	1	0.1	1	0.1

CUADRO 4. Rangos de edades en que aprenden a manejar.

286 hay dos vehículos, en 136 hay tres vehículos; y en 59 hay 4 o más vehículos. Estos datos se pueden ver en los cuadros 5 y 6.

Cabe señalar que una gran cantidad de los encuestados tramitó su primera licencia tan pronto como cumplió la mayoría de edad, representando el 74.9% de la muestra, es decir, tres de cada cuatro personas, esta información se muestra en el cuadro 7. En la figura 3 observamos que el 73.6% de las personas aprendieron a manejar alrededor de los 18 años lo que muestra que casi la totalidad de las personas que aprendieron a manejar en este rango de edad, y prácticamente el mismo porcentaje de personas tramitan su licencia de conducir entre los 18 y 21 años, lo cual se puede comprobar viendo el cuadro 7. Por otra parte, también es de destacar que 5.5% de los encuestados nunca han tramitado su licencia.

En el cuadro 8 se muestran algunos datos respecto a los hábitos de manejo de los encuestados como son: los porcentajes de hombres y mujeres que respetan las señales

Variable	Mujeres	%	Hombres	%	Total	%
Tomó curso de manejo						
Sí	148	21.9	73	10.8	221	32.7
No	215	31.8	240	35.5	455	67.3
Total	363	53.7	313	45.3	676	100
Propietario de vehículo						
Sí	316	46.7	271	40.1	587	86.8
No	47	7.0	42	6.2	89	13.2
Total	363	53.7	313	46.3	676	100.0

CUADRO 5. Tomó curso de manejo y si el vehículo es propio.

No. de vehículos en casa	0	1	2	3	4	5	6	10
Residencias	17	186	286	136	38	15	5	1

CUADRO 6. Número de vehículos que hay en cada residencia.

Edades	Mujeres	%	Hombres	%	Totales	%
16-17	22	3.3	47	7.0	69	10.2
18-19	142	21.0	160	23.7	302	44.7
20-21	122	18.0	82	12.1	204	30.2
22-23	6	0.9	0	0.0	6	0.9
24-25	16	2.4	1	0.1	17	2.5
26-27	16	2.4	2	0.3	18	2.7
28-29	5	0.7	2	0.3	7	1.0
30-31	5	0.7	2	0.3	7	1.0
32-33	1	0.1	1	0.1	2	0.3
33-34	1	0.1	0	0.0	1	0.1
35-36	3	0.4	2	0.3	5	0.7
39-40	0	0.0	1	0.1	1	0.1
Sin licencia	24	3.6	13	1.9	37	5.5
Total	363	53.6	313	46.2	676	99.9

CUADRO 7. Edad en la que tramitaron su primera licencia para conducir.

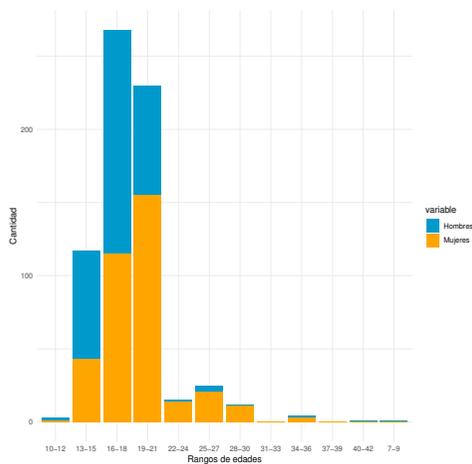


FIGURA 3. Rangos de edad en la que empezaron a conducir.

Preguntas	Frecuencia	Mujeres	%	Hombres	%	Total	%
¿Con qué frecuencia respeta las señales de tránsito?	Siempre	245	36.2	184	27.2	429	63.5
	Casi siempre	116	17.2	121	17.9	237	35.1
	Algunas veces	1	0.1	3	0.4	4	0.6
	Sólo si hay patrullas	1	0.1	5	0.7	6	0.9
¿Respetan los límites de velocidad?	Siempre	281	41.6	188	27.8	469	69.4
	Cuando hay patrullas	9	1.3	19	2.8	28	4.1
	Cuando hay tráfico	73	10.8	106	15.7	179	26.50
¿Con qué frecuencia usa las luces direccionales?	Siempre	294	43.5	234	34.6	528	78.1
	Casi siempre	67	9.9	66	9.8	133	19.7
	Regularmente	2	0.3	11	1.6	13	1.9
	Poco	0	0.0	1	0.1	1	0.1
	Nunca	0	0.0	1	0.1	1	0.1
¿Usa el celular mientras conduce?	No infraccionado	356	52.7	302	44.7	658	97.3
	Infraccionado	7	1.0	11	1.6	18	2.7
¿Cuántos accidentes ha protagonizado?	Ninguno	207	30.6	171	25.3	378	55.9
	Uno	97	14.3	77	11.4	174	25.7
	Dos	47	7.0	54	8.0	101	14.9
	Tres o más	12	1.8	11	1.6	23	3.4
Tiempo promedio extra de llegada cuando hay tráfico	5 a 10 minutos					83	12.3
	15 a 20 minutos					281	40.7
	más de 25 minutos					320	47.0

CUADRO 8. Datos de hábitos de los conductores.

de tránsito, los límites de velocidad y el uso de luces direccionales, etc. En dicho cuadro se observan porcentajes significativos de personas que no siempre respetan las señales de tránsito y los límites de velocidad, siendo los hombres los que menos respetan estas normas incluso el uso de luces direccionales. En este mismo cuadro 8, se observa que las mujeres son las que menos se accidentan, ya que el 69.4% de mujeres han protagonizado accidentes, mientras que el 74.7% de hombres han estado involucrados en accidentes automovilísticos.

Respecto al uso del celular mientras se conduce, lamentablemente un hábito muy común entre los conductores y en consecuencia, una fuente importante de accidentes, se observa que casi la totalidad de los encuestados no han sido infraccionados por esta falta. Esto no indica necesariamente que los conductores no utilicen su celular al volante sino que también puede deberse a la falta de instrumentos que permitan detectar este hábito y sancionarlo.

Otro dato importante recabado en la encuesta fue el tiempo de traslado entre distintos puntos del área metropolitana. Si bien es cierto que este registro depende de la ubicación geográfica del domicilio y del destino, es de resaltar que alrededor de la mitad de las personas encuestadas contestaron que consideran que en promedio demoran más de 25 minutos extra al tiempo que harían en promedio en un día sin tráfico, no importando si van a sus trabajos, escuelas o de compras. Si tenemos en cuenta que un viaje entre puntos antipodales de la ciudad, por ejemplo de sur a norte, puede tomar (según datos de Google maps) alrededor de 30 minutos sin tráfico, entonces estaríamos hablando de tiempos de traslado de alrededor de una hora o más sólo para cruzar la ciudad en automóvil. En consecuencia, este dato revela que el factor del tráfico en la ciudad está generando una pérdida considerable de horas por persona a la semana y afectando la calidad de vida de los habitantes.

Con respecto al género, de los 676 conductores, 363 son mujeres y de éstas 148 tomaron el curso de manejo, lo cual representa el 21% del total. Por otra parte, de los 313 hombres sólo 73 tomaron dicho curso, esto es únicamente el 10% del total. En conclusión, de los 676 conductores, 221 tomaron curso de manejo lo cual es el 32.7% y de éstos el 20% son mujeres. Si se considera que en una escuela de manejo enseñan

las reglas básicas para conducir, entonces el 67 % de los conductores carecen de estos conocimientos.

4.2. Respuestas cruzadas de hábitos de conductores. En esta sección se analiza si las respuestas a cada pregunta del cuestionario están asociadas entre sí. Con este propósito se construyó el cuadro 9, en el cual se incluye para cada par de preguntas una tabla de doble entrada o tabla de contingencia. Además, se presentan los coeficientes de contingencia, el V de Cramer y el Tau-b de Kendall correspondientes. Cada tabla contiene las frecuencias absolutas, y al final de cada fila y columna se muestran los totales respectivos. Los valores p en cada celda corresponden a las probabilidades conjuntas $P(A_i \cap B_j)$, donde A_i son las respuestas por filas y B_j las de las columnas; además al final de cada fila y columna se encuentra la probabilidad marginal $P(A_i)$ y $P(B_j)$, respectivamente.

En el primer bloque del cuadro 9 se clasifica en qué medida los conductores respetan las señales de tránsito con respecto a si éstos tomaron o no el curso de manejo. Se observa que 221 conductores tomaron curso de manejo, y de éstos 220 casi siempre o siempre respetan las señales de tránsito, esto representa el 33 % de las encuestas. Por el contrario, 455 no tomaron curso de manejo de los cuales 446 casi siempre o siempre no respetan las señales de tránsito esto es el 46 %. En total, 221 conductores tomaron curso de manejo esto es el 33 %; y el 67 % no tomó dicho curso. De acuerdo a lo anterior, se observa que los conductores que tomaron curso de manejo son quienes más respetan las señales de tránsito.

En el segundo bloque del cuadro 9, se muestran las respuestas acerca del uso de las luces direccionales en función de si se tomó algún curso de manejo. De entre el total de respuestas, 218 afirmaron hacer uso de luces direccionales con frecuencia o siempre; esto representa la proporción de 32 %. Por el contrario, 443 conductores no usan luces direccionales y no tomaron el curso de manejo, esto representa el 56 %. En consecuencia, podemos afirmar que el uso de las luces direccionales se ve influenciado por la asistencia a una escuela de manejo. Con respecto a ser infraccionado por conducir usando el celular y su relación con tomar un curso de manejo, en el cuadro 9 se observa que 5 conductores fueron infraccionados por usar el celular mientras conducían y 216 no fueron infraccionados, todos estos conductores tomaron curso de manejo, lo representa el 1 % y 32 % respectivamente. Por otra parte, 13 conductores fueron infraccionados por usar el celular mientras conducían y 442 no fueron infraccionados, todos estos no tomaron curso de manejo, los datos anteriores son el 2 % y 65 % respectivamente. No obstante, como ya fue mencionado, los conductores que no recibieron alguna infracción no indica necesariamente que no incurrieran en este mal hábito.

La relación entre el número de accidentes protagonizados y los cursos de manejo se muestran en la parte inferior del cuadro 9, se observa que de entre los conductores que si tomaron algún curso de manejo, 56 han tenido un accidente, 28 reportan dos accidentes y 12 han protagonizado más de dos accidentes. Mientras que, del total de conductores que no tomaron algún curso, 118 conductores han tenido un accidente, 73 reportan dos accidentes y 11 han protagonizado más de dos accidentes. En total, se observa que las personas que no cuentan con algún curso de manejo protagonizaron casi el doble de accidentes respecto a las personas que si lo tomaron.

Debido a que las reglas de tránsito deberían ser conocidas y aplicadas por todos los conductores, independientemente del tipo de vehículo que utilicen, es de interés analizar si el respeto de la reglas de tránsito son más seguidas por conductores que tomaron curso de manejo o es irrelevante. Para tal finalidad se realizó el cuadro 10, en donde se observa que 179 conductores respetan los límites de velocidad sólo si hay

	¿Tomó curso de manejo?						
1. ¿Respetar señales de tránsito?	Si	<i>p</i>	No	<i>p</i>	Suma	<i>p</i>	<i>r</i>
Sólo si hay patrullas	1	0.00	5	0.01	6	0.01	
Algunas veces	0	0.00	4	0.01	4	0.01	
Casi siempre	76	0.11	161	0.24	237	0.35	
Siempre	144	0.21	285	0.42	429	0.64	
Suma	221	0.33	455	0.67	676	1.00	
Coefficiente de contingencia, y Cramer							0.065
Coefficiente Tau de Kendall							-0.029
2. ¿Usa de luces direccionales?							
Nunca	0	0	1	0.00	1	0.00	
Poco	0	0.00	1	0.00	1	0.00	
Regularmente	3	0.00	10	0.01	13	0.02	
Con frecuencia	42	0.06	91	0.14	133	0.20	
Siempre	176	0.26	352	0.52	528	0.78	
Suma	221	0.33	455	0.67	676	1.00	
Coefficiente de contingencia, y Cramer							0.05
Coefficiente Tau de Kendall							-0.025
3. ¿Le han infracción por usar celular al conducir?							
Sí	5	0.01	13	0.02	18	0.03	
No	216	0.32	442	0.65	658	0.97	
Suma	221	0.33	455	0.67	676	1.00	
Coefficiente de contingencia, y Cramer							0.017
Coefficiente Tau de Kendall							-0.0173
4. ¿Número de accidentes protagonizados?							
0	125	0.18	253	0.37	378	0.56	
1	56	0.08	118	0.17	174	0.26	
2	28	0.04	73	0.11	101	0.15	
+2	12	0.02	11	0.02	23	0.03	
Suma	221	0.33	455	0.67	676	1.00	
Coefficiente de contingencia, y Cramer							0.087
Coefficiente Tau de Kendall							0.003

CUADRO 9. Relación entre las preguntas.

tráfico, de éstos, 86 han tenido al menos un accidente automovilístico, en porcentaje es el 13%; 28 respetan límites de velocidad sólo si hay patrullas cerca y 16 de estos han tenido al menos un accidente esto equivale al 2%; 469 siempre respetan los límites de velocidad y 196 de ellos han protagonizado al menos un accidente esto es el 28%.

	¿Respetar los límites de velocidad?								
No. de accidentes protagonizados	Si hay tráfico	<i>p</i>	Si hay patrullas	<i>p</i>	Siempre	<i>p</i>	Suma	<i>p</i>	<i>r</i>
0	93	0.14	12	0.02	273	0.40	378	0.56	
1	54	0.08	9	0.01	111	0.16	174	0.26	
2	26	0.04	4	0.01	71	0.10	101	0.15	
+2	6	0.01	3	0.00	14	0.02	23	0.03	
Suma	179	0.26	28	0.04	469	0.69	676	1.00	
Coefficiente de contingencia									0.115
Coefficiente de Cramer									0.082
Coefficiente Tau de Kendall									-0.049

CUADRO 10. Accidentes protagonizados y el respeto a los límites de velocidad.

En el cuadro 11, se tienen las proporciones del número de accidentes y el uso de las luces direccionales. Cabe resaltar que el total de conductores que usan las luces frecuentemente son 133 de los cuales 72 han protagonizado al menos un accidente, el porcentaje es de 11%; 528 conductores siempre usan las luces direccionales y de éstos 312 han protagonizado accidentes, esto corresponde al 44% .

No. de accidentes protagonizados	Uso de luces direccionales										r	
	Nunca	p	Poco	p	Frec	p	Regular	p	Siempre	p		Suma
0	0	0.00	1	0.00	61	0.09	4	0.01	312	0.46	378	0.56
1	0	0.00	0	0.00	44	0.06	4	0.01	126	0.19	174	0.26
2	1	0.00	0	0.00	22	0.03	3	0.00	75	0.11	101	0.15
+2	0	0.00	0	0.00	6	0.01	2	0.00	15	0.02	23	0.03
Suma	1	0.00	1	0.00	133	0.20	13	0.02	528	0.78	676	1.00
Coefficiente de contingencia												0.179
Coefficiente de Cramer												0.105
Coefficiente Tau de Kendall												-0.106

CUADRO 11. Accidentes protagonizados y el uso de luces direccionales.

Respecto a la correlación, en los cuadros 9 a 11 se presentan el coeficiente de contingencia, el V de Cramer y el Tau-b de Kendall. En todos los casos, los valores obtenidos son muy cercanos a cero, lo que indica una correlación muy débil entre cada par de preguntas. En particular, en el cuadro 9 se observa que los valores del coeficiente de contingencia y del V de Cramer coinciden, esto puede deberse a la baja magnitud de las correlaciones y al tamaño grande de la muestra. Cabe señalar que la tabla de contingencia muestra únicamente cuántas veces ocurren ciertas combinaciones específicas de valores entre dos variables, pero no proporciona información sobre la fuerza, dirección o significancia estadística de la relación entre ellas. En cambio, las medidas de correlación sí permiten evaluar estos aspectos. Para una discusión más detallada, puede consultarse [1]. En consecuencia, los valores contenidos en una tabla de contingencia no garantizan la existencia de correlación entre las respuestas. El coeficiente V de Cramer puede encontrarse en diversos textos básicos de estadística, como en la referencia [5]. Este coeficiente se define mediante la siguiente expresión:

$$(2) \quad V = \sqrt{\frac{\chi^2}{n \times \min(k-1, r-1)}}$$

donde

- χ^2 , es el estadístico chi-cuadrado, el cual se obtiene a partir de la tabla de contingencia.
- n , es el tamaño de la muestra.
- k , es el número de columnas.
- r , es el número de renglones.
- $\min(k-1, r-1)$, es el mínimo entre el número de renglones menos uno, y el número de columnas menos uno.

Por otra parte, el coeficiente Tau-b de Kendall es una medida de correlación no paramétrica, dado por

$$(3) \quad \tau_b = \frac{n_c - n_d}{\sqrt{(n_c + n_d + T_x) + (n_c + n_d + T_y)}}$$

siendo

- n_c , es el número de pares concordantes.
- n_d , es el número de pares discordantes.
- n , es el número de observaciones.
- T_x , es el número de pares empatados en x , pero no en y .
- T_y , es el número de pares empatados en y , pero no en x .

Este coeficiente se puede encontrar en diversos textos, por ejemplo en [10].

5. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Este trabajo presenta datos sobre el parque vehicular y el número de accidentes a nivel nacional para contextualizar la situación del estado de Coahuila en los últimos años. Al comparar con otras ciudades mexicanas con población y parque vehicular similares, se encontró que Chihuahua posee más vehículos y accidentes que Coahuila, que ocupa el segundo lugar en percances. Por otro lado, San Luis Potosí tiene un parque vehicular mayor que Coahuila, pero registra menos accidentes. Esto sugiere que una mayor densidad vehicular no implica necesariamente un mayor número de accidentes como en el caso de Nuevo León cuyos datos muestran que este estado registró casi tres veces más percances que la Ciudad de México y el Estado de México en conjunto. Además, se observó que Coahuila se ubica, en promedio, entre los diez estados con más accidentes vehiculares entre 2017 y 2023.

En el caso específico del área metropolitana de Saltillo, los datos coinciden con estudios previos sobre el aumento en los tiempos de traslado y en el número de accidentes viales. Asimismo, se identificó que un porcentaje significativo de los encuestados no respeta siempre las señales de tránsito ni los límites de velocidad. Se observó que las mujeres son las que menos se accidentan en comparación con los hombres. Por otra parte, los datos del cuadro 6 muestran que aproximadamente el 42.31 % y el 20.12 % de los hogares tienen 2 y 3 vehículos; si comparamos estos datos con los de la parte inferior del cuadro 3, notamos que hay un número similar de residencias que tienen 2 o 3 conductores. En consecuencia, se infiere que en los hogares, cada persona que sabe conducir utiliza un vehículo, lo que refleja una preferencia por el automóvil sobre el transporte público. Esto se evidencia en el rápido crecimiento del parque vehicular y confirma cuantitativamente lo señalado en notas periodísticas que indican que hay más autos que viviendas en la ciudad [20], [23].

Por lo tanto, este primer estudio sugiere que Saltillo es una ciudad donde se “privilegia” el uso del automóvil y que muchos habitantes carecen de buenos hábitos de manejo, lo que podría llevar a niveles preocupantes de accidentes viales, como en Nuevo León. Para validar estas afirmaciones y generalizarlas, es necesario un muestreo probabilístico aleatorio. Por ello, como un primer trabajo a futuro se propone adaptar y validar los cuestionarios DBQ y SDBQ para el área metropolitana de Saltillo, en colaboración con el Instituto Municipal de Movilidad Urbana Sostenible, con el fin de recopilar datos útiles para la sociedad, el gobierno y/o el sector privado sobre la propensión a accidentes.

Otro objetivo de trabajo a futuro es utilizar algunos datos de este trabajo para formar una muestra representativa de conductores en el área metropolitana de Saltillo y realizar experimentos controlados en condiciones de tráfico real. Estos experimentos se enfocarán en situaciones de tránsito denso en las salidas de la ciudad, para obtener datos estadísticos sobre los tiempos de reacción de los conductores ante estímulos como incorporaciones de vehículos, frenadas repentinas o avances lentos. Este escenario, donde los vehículos avanzan en un solo carril y los conductores deben reaccionar a ciertos estímulos, puede estudiarse mediante los modelos *car following*. Dichos modelos, descritos en [16], son sistemas de ecuaciones diferenciales con retardo donde el tiempo de reacción del conductor es un parámetro clave. La dinámica del pelotón vehicular depende significativamente de los retardos temporales, cuya determinación es fundamental para estudiar escenarios específicos. Estos escenarios se han investigado a lo largo de las últimas décadas utilizando mediciones directas con instrumentación en condiciones de tráfico controladas, así como análisis de datos obtenidos mediante videocámaras ubicadas en las vialidades. El lector interesado en este tema puede consultar las referencias [21], [3], [15].

AGRADECIMIENTOS. El autor Reyes-Pérez agradece al Dr. Luis Antonio Rincón Solís por sus valiosos comentarios durante la elaboración de este trabajo. El autor Burgos-García expresa su gratitud al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores por el apoyo recibido, así como al Departamento de Matemáticas de la UAM-I por la hospitalidad brindada durante el desarrollo de esta investigación. La autora Ramos-Durán agradece a las personas que colaboraron en la difusión de la encuesta. Los autores brindan su agradecimiento al revisor anónimo por sus críticas constructivas y sugerencias, las cuales contribuyeron significativamente a mejorar este trabajo.

REFERENCIAS

- [1] Agresti, A. (2010). *Analysis of Ordinal Categorical Data*. Wiley.
- [2] Cochran W. G. *Sampling Techniques (3rd ed.)*. New York: John Wiley & Sons. 1977.
- [3] Drozdziel, P., et al. Drivers' reaction time research in the conditions in the real traffic. *Open Engineering*. 10(1), 35–47. 2020
- [4] El Siglo de Torreón. *Educación vial en México salva millones de vidas*. <https://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/2023/educacion-vial-en-mexico-salva-millones-de-vidas.html>. 2023.
- [5] Everitt B.S. *The Analysis of Contingency Tables (2nd ed.)*. Chapman and Hall/CRC. 1992
- [6] Espinoza-Molina, F.E. Ortega, M. Sandoval Escobar, K.E. Vazquez Salazar, J.S. *An Integrated Approach to the Spanish Driving Behavior Questionnaire (SDBQ) in the City of Cuenca, Ecuador*. *Sustainability* 16, no, 4885. 2024
- [7] Hernández-Hernández A.M., Siqueiros-García J.M., Robles-Belmont E, Gershenson C. *Anger while driving in Mexico City*. *PLoS ONE* 14(9): e0223048. 2019.
- [8] INEGI. Accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas https://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/continuas/transporte/accidentes.asp?s=est&c=13159&proy=atus_accidentes. 2024.
- [9] https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pqx=ATUS_ATUS_1_53fef2cc-0d30-497a-b292-f2d32d882113
- [10] Kendall, M. G., & Gibbons, J. D. (1990). *Rank Correlation Methods (5th ed.)*. Oxford University Press.
- [11] Kish, L. (1995). *Survey Sampling*. New York: John Wiley & Sons.
- [12] Reason J. *Human Error*. Cambridge University Press. 1990.
- [13] Ruedas Rebeldes. *2023, el año con menos multas a conductores y con más muertos en siniestros viales en Saltillo*. <https://www.ruedasrebeldes.com/blog/2024/05/20/2023-el-ano-con-menos-multas-a-conductores-y-con-mas-muertos-en-siniestros-viales-en-saltillo/> 2024.
- [14] R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. 2022. <https://www.R-project.org/>.
- [15] Siuhi, S. *Parametric study of stimulus-response behavior incorporating vehicle heterogeneity in car-following models*. UNLV Theses, Dissertations, Professional Papers, and Capstones 152. 2009
- [16] Treiber, M. Kesting, A. *Traffic Flow Dynamics. Data, Models and Simulation*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2013
- [17] Türker, O. Timo, L. Heikki, S. *Driver Behaviour Questionnaire: A follow-up study*. *Accident Analysis & Prevention* 38(2) 2006.
- [18] Useche, S.A. Alonso, F. Faus, M. Cervantes Trejo, A. Castaneda, I. Oviedo-Trespalcacios, O. *It's okay because I'm just driving: an exploration of self-reported mobile phone use among Mexican drivers*. *PeerJ* 12:e16899. 2024.
- [19] U.S. Department of Transportation. *Traffic Analysis Tools Program. Next Generation Simulation*. <https://ops.fhwa.dot.gov/trafficanalysistools/ngsim.htm>
- [20] Vanguardia. *Saltillo; el problema de movilidad urbana ha sido sobre diagnosticado*. 2023. <https://vanguardia.com.mx/opinion/saltillo-el-problema-de-movilidad-urbana-ha-sido-sobre-diagnosticado-MN7791097>
- [21] Zhu, M. Wang, X. Tarko, A. Fang, S. *Modeling car-following behavior on urban expressways in Shanghai: A naturalistic driving study*. *Transportation Research Part C* 93. 2018
- [22] Ylízaliturri-Salcedo, M.A. Tentori, M. Garcia-Macias, J.A. *Detecting Aggressive Driving Behavior with Participatory Sensing*. In: *García-Chamizo, J., Fortino, G., Ochoa, S. (eds) Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence. Sensing, Processing, and Using Environmental Information. UCAmI 2015. Lecture Notes in Computer Science 9454*. Springer, Cham. 2015.
- [23] Zócalo. *Atiborran Saltillo 500 mil autos al día; usan simulador para reducir tráfico*. 2024. <https://www.zocalo.com.mx/con-simulador-de-trafico-implan-realizo-estudio-de-vialidades-en-saltillo>
- [24] <http://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/saltillo#economia-comercio-internacional>
- [25] <https://github.com/numericfcfm/Numerics-for-ode>

[26] <https://sinegi.page.link/AVox>

Pedro Reyes-Pérez

Universidad Autónoma Metropolitana,
Unidad Iztapalapa,
División de Ciencias Básicas e Ingeniería,
Departamento de Matemáticas.

Av. Ferrocarril San Rafael Atlixco 186, Col. Leyes de Reforma 1^a
Sección, Alcaldía Iztapalapa, C.P. 09310 CDMX, México.
e-mail: prp@xanum.uam.mx

Jaime Burgos García y Carolina Ramos-Durán

Universidad Autónoma de Coahuila,
Unidad Saltillo,
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas.

Prol. David Berlanga S/N. Edificio A. Unidad Camporredondo
Saltillo, C.P. 25020 Coahuila
e-mail: jburgos@uadec.edu.mx
e-mail: dura.c@uadec.edu.mx