

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
CENTRO DE INVESTIGACIONES SOCIOECONÓMICAS**

TESIS

2025

LUIS ALFONSO DIAZ BLANCO

“Explorando los determinantes para la
adopción de vehículos híbridos y eléctricos:
Un sondeo en la Zona Metropolitana de
Saltillo-Arteaga-Ramos Arizpe aplicando
Análisis de Elección Discreta (DCA)”



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA
CENTRO DE INVESTIGACIONES
SOCIOECONÓMICAS
(CISE)
MAESTRIA EN ECONOMIA REGIONAL

TESIS

“Explorando los determinantes para la adopción de vehículos híbridos y eléctricos: Un sondeo en la Zona Metropolitana de Saltillo-Arteaga-Ramos Arizpe aplicando Análisis de Elección Discreta (DCA)”

Presenta:

Luis Alfonso Diaz Blanco

para obtener el grado de Maestro en Economía Regional

Director:

Dr. Sergio Colin Castillo

Co-Director:

Dr. Ignacio J. Cruz Rodríguez

Lector:

Dr. Nicholas Philip Sisto

Dr. David Mendoza Tinoco

Saltillo, Coahuila
Agosto 2024

Agradecimientos

A mis padres y a mi familia, quienes han sido mi mayor fuente de apoyo y motivación a lo largo de este camino. Su amor incondicional, comprensión y aliento me han brindado la fortaleza para alcanzar este logro. Gracias por creer en mí y por ser mi inspiración constante.

A mi director de tesis, el Dr. Sergio Colín Castillo, y a mi codirector, el Dr. Ignacio J. Cruz Rodríguez, por su invaluable orientación, paciencia y compromiso. Su experiencia y consejos han sido fundamentales para la realización de esta investigación, aportando siempre su conocimiento y guía en cada etapa del proceso.

A todas las personas que, de una u otra forma, contribuyeron a este proyecto, ya sea con su tiempo, conocimiento o palabras de aliento. A mis amigos, compañeros y profesores, gracias por su apoyo incondicional y por ser parte de esta etapa tan importante de mi vida.

"El éxito no es el final, el fracaso no es fatal: lo que realmente cuenta es el coraje de continuar."

Winston Churchill

Contenido

Resumen	3
Introducción	4
Capítulo I: Antecedentes	7
1. Contexto del daño ambiental de las fuentes móviles en México.....	7
2. Acuerdos internacionales de eliminación de GEI y partículas suspendidas	8
3. Eficiencia energética.....	9
4. El ciclo de vida de los vehículos híbrido y eléctricos y su contribución para mitigar la contaminación atmosférica.....	10
5. Perspectiva del consumidor	11
6. Incentivos aplicados en otros contextos para adquirir un auto eléctrico.	13
Capítulo II: Contexto Mexicano.....	15
1. Panorama de los vehículos híbridos y eléctricos (VHyE) en México	15
2. Estadísticas secundarias: Nivel socioeconómico	21
3. La industria automotriz en la zona metropolitana Saltillo, Arteaga, Ramos Arizpe.....	23
4. La calidad del aire en la ZM_SARA	25
Capítulo III: Evidencia empírica.	28
Capítulo IV Marco teórico.....	35
1. La teoría del consumidor y la racionalidad limitada	35
2. Economía del comportamiento.....	37
3. Análisis de Elección Discreta	38
Capítulo V Metodología	40
1. Modelo teórico.....	40
2. Datos	41
3. Modelo empírico	46
Capítulo VI Resultados	49
Capítulo VIII Conclusiones	65
Bibliografía.....	67
ANEXOS	73

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo explorar los factores determinantes en la adopción de vehículos híbridos y eléctricos (VHyE) en la Zona Metropolitana de Saltillo, Arteaga y Ramos Arizpe (ZM_SARA), analizando las barreras que obstaculizan su aceptación e identificando estrategias para fomentar su uso. Se aplicó el Análisis de Elección Discreta (DCA) para evaluar las preferencias de los consumidores, considerando factores como el precio, la infraestructura de carga, los incentivos gubernamentales y la conciencia ambiental. La investigación se llevó a cabo mediante encuestas a los residentes de la región y el análisis de datos secundarios del sector automotriz.

Entre los principales hallazgos se encontró que el costo de adquisición y mantenimiento de los VHyE representa la barrera más significativa para su adopción, mientras que los incentivos fiscales y la disponibilidad de infraestructura de carga influyen positivamente en su aceptación. Además, si bien la conciencia ambiental de los consumidores es relevante, los aspectos económicos tienen un mayor peso en la decisión de compra. .

Las conclusiones del estudio sugieren la necesidad de diseñar políticas públicas enfocadas en la reducción de costos, la ampliación de la infraestructura de carga y la concienciación ambiental para acelerar la adopción de VHyE. Se recomienda la implementación de incentivos fiscales, campañas de sensibilización y esquemas de financiamiento accesibles para la población.

Introducción

El sistema energético mundial actualmente es dominado por el uso de combustibles fósiles, y contribuye en gran medida al cambio climático. Una posible vía para mitigar los impactos del cambio climático es el adoptar tecnologías energéticamente más eficientes, principalmente en sectores críticos como la movilidad o transporte (Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, 2020).

Actualmente el transporte es responsable de más del 30% de las emisiones globales de CO₂, en particular los vehículos privados son responsables del 60.7% de estas emisiones (ZEO, 2020). Mientras que la tasa de crecimiento de las ventas de vehículos de combustión interna en el mundo es de 7%, las ventas de vehículos eléctricos crecen al 35%. Especialmente en países en vías de desarrollo como México, las ventas han crecido un 115.4% entre el 2020 y el 2022 (Global EV Outlook, 2023); sin embargo, los vehículos eléctricos en México solo representan el 0.5% de las ventas totales de vehículos en el país (AMIA, 2022).

Por el lado ambiental, la adopción de los **vehículos híbridos y eléctricos** (VHyE) podrían ayudar a la reducir la contaminación del aire y la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Por lo tanto, es relevante analizar e identificar qué factores limitan o favorecen dicha la adopción los VHyE (Huzaifa & Govind, 2023).

Investigaciones previas identifican que la ganancia en términos de reducción de emisiones, se podría traducir en una disminución de los negativos que esta contaminación produce. En efecto, la contaminación del aire es uno de los riesgos ambientales más importantes a la salud. Una de cada nueve muertes se relaciona con la mala calidad del aire, y si más del 90% de las personas están expuestas al aire contaminado, esto es una causa de que existan más de 6 millones de muertes prematuras al año, más del doble del número de muertes ocurridas durante 2020 por Covid-19 (World Energy Outlook, 2023).

Así, dado el potencial que los VHyE ofrecen para mitigar los efectos de la contaminación de aire, las preguntas relevantes en esta investigación son ¿Cuáles son los factores que determinan la adopción de VHyE en México? ¿Cuál podría ser una estrategia para impulsar este tipo de vehículos?

Buscando dar respuesta a estas preguntas, se propone un estudio de caso para la zona metropolitana de las ciudades de Saltillo, Arteaga y Ramos Arizpe (ZM_SARA), zona metropolitana ubicada en el Estado de Coahuila, al noreste de la república mexicana y que por años ha albergado un conglomerado de armadoras de vehículos automotrices en México. En efecto, la región sureste de Coahuila, en específico Saltillo y Ramos Arizpe, son conocidas por alojar uno de los cluster automotrices más importantes del país, cluster que desde hace años es la columna vertebral de la economía de Coahuila (Data México: Saltillo, 2020). Actualmente en esta ZM_SARA se encuentran asentadas las armadoras de Fiat Chrysler Automobiles (FCA), Daimler Freightliner y General Motors (GM), y sitúa al estado como el mayor productor de autopartes del país (México Industry, 2020). Al segundo trimestre de 2024, las exportaciones de Coahuila ascendieron a 17 mil 662.6 millones de dólares, lo cual represento al 12.7% del total nacional donde el sector automotriz representó el 40.3% del total en el estado y el 21.2% a nivel nacional, (Ponce, 2024). Finalmente, de enero a octubre de 2024, en Coahuila se vendieron 310 vehículos eléctricos y 1,631 híbridos, lo que representa el 2.01% del total nacional de vehículos de esa categoría (INEGI, 2024).

Sin duda alguna la industria automotriz es muy relevante en la ZM_SARA, y explorar los factores determinantes en este mercado es novedoso, sobre todo para evaluar el peso que tiene la variable ambiental, dado que la información disponible es prácticamente inexistente. Una investigación como la que aquí se propone podría dar algunos elementos y ser la base para posteriormente hacer una exploración más consistente y robusta a nivel regional o nacional.

Objetivo general

Explorar los factores ambientales que determinan la adopción de vehículos híbridos y eléctricos (VHyE), así como identificar algunas de las barreras que podrían ralentizar su adopción en la zona metropolitana de Saltillo, Arteaga y Ramos Arizpe (ZM_SARA) Coahuila como estudio de caso.

Objetivos específicos

1. A partir de las estadísticas secundarias, identificar los factores significativos asociados con las ventas de vehículos híbridos y eléctricos (VHyE) en México.

2. Determinar el impacto de (VHyE) en las ventas totales de los vehículos en México
3. Medir mediante un sondeo entre consumidores, en la ZM_SARA como estudio de caso, los niveles de preferencias por los VHyE, basado en características como: Precio del vehículo/costo del viaje (pesos/km) y la conciencia ambiental.
4. Explorar la importancia (estadística) de algunos factores socioeconómicos de los consumidores (ingreso, educación, edad, etc.), y de la infraestructura para el funcionamiento de los VHyE (batería, estaciones de carga, refacciones, mecánicos, etc.) con el nivel de preferencias por este tipo de vehículos.

Hipótesis

Debido a que en la actualidad el precio de los VHyE es elevado, la duración de las baterías es limitado y las estaciones de carga son escasas y geográficamente distanciadas, el nivel de preferencias no es suficientemente alto. Por otro lado, la conciencia ambiental del consumidor no es estadísticamente significativa para impulsar de este tipo de vehículos, siendo más relevante lo barato que podría resultar su adopción/uso o el costo de viaje.

Capítulo I: Antecedentes

En el presente capítulo se describe someramente el daño ambiental ocasionado por las fuentes móviles, los acuerdos para reducir las emisiones al aire en México. A su vez, se señalan algunos aspectos importantes que caracterizan los VHyE y sus condiciones de mercado en México y en el mundo.

1. Contexto del daño ambiental de las fuentes móviles en México

A finales del siglo XX resurgió el interés por la movilidad eléctrica y por desarrollar soluciones alternativas a la industria del transporte. Este interés vino asociado a la problemática del impacto ambiental que provocan los motores de combustión interna (Asociación Mexicana de la Industria Automotriz: AMIA, 2023), como los gases de efecto invernadero (GEI), entre los cuales el más abundante es el dióxido de carbono (CO_2), seguida del ozono (O_3), el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O) y los clorofluorocarbonos., gases identificados como los principales gases causantes del calentamiento en el planeta (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales: IDEAM, 2007).

La secretaria de medio ambiente y recursos naturales (SEMARNAT, 2022) señala que las fuentes móviles, es decir, los vehículos de combustión interna producen emisiones de GEI por la quema de gasolina, el diésel, etc., así como otros contaminantes que afectan la calidad del aire como partículas suspendidas totales de tamaño de 10 micras (PM_{10}), 2.5 micras ($\text{PM}_{2.5}$) o incluso más pequeñas y que por su tamaño significan un riesgo para la salud. En efecto, la agencia europea de medio ambiente (AEMA, 2020) reporta que el transporte es responsable de más del 30% de las emisiones de CO_2 globales, y del 80% de las emisiones de gases que pueden generar problemas pulmonares, dilatar los tejidos de la garganta y afectar las vías respiratorias

Normalmente, a mayor uso o desgaste de los vehículos se generan mayores emisiones debido al deterioro de los vehículos y a que poseen una tecnología menos eficiente. Además, la necesidad de mover personas, bienes y mercancías ha propiciado un incremento del parque vehicular. Según datos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI,

2024), en México, se han comercializado 1,195,653 vehículos ligeros de enero a octubre del 2024, de los cuales 96,793 son VHyE.

2. Acuerdos internacionales de eliminación de GEI y partículas suspendidas

México contribuye con 1.3% de las emisiones GEI globales, y para lograr el objetivo de 1.5°C, se requiere de la acción coordinada y liderazgo de los grandes emisores del mundo. El Acuerdo de París se estableció con ese fin en el 2015, para reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático (INEGI, 2020b). Dicho acuerdo en su artículo 13°, numeral 7, establece que cada país deberá proporcionar periódicamente la siguiente información: a) Un informe del inventario nacional de las emisiones antropógenas por tipo de fuente y la absorción o sumideros de GEI, elaborado con las metodologías aceptadas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático que se hayan aprobado en la Conferencia de las Partes. b) La información necesaria para hacer un seguimiento de los progresos alcanzados en la aplicación y el cumplimiento de su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC).

Las NDC son las metas de reducción de emisiones que cada país elabora y presenta como compromiso para la firma del Acuerdo de París. Esas metas deberán cumplirse a más tardar en el año 2030. Las NDC son, por lo tanto, el corazón de la acción global para detener el calentamiento del planeta. La NDC de México revisada en 2020 estima que nuestras emisiones llegaran a 991 millones de toneladas de CO₂. Donde la exposición a partículas pequeñas de 2.5 micras o menos de diámetro (PM_{2.5}), son generadoras de enfermedades cardiovasculares, respiratorias, y cáncer pulmonar según la Organización Mundial de la Salud (OMS). A su vez, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático señala a las PM_{2.5} o aerosoles como uno de los contaminantes atmosféricos de mayor impacto a pesar de que tienen una vida media más corta que los GEI.

Al aplicar el nivel de reducción de 22% ofrecido como meta, no deberíamos pasar de 773 millones de toneladas (INECC, 2022), aumentando dicha meta al 35% en 2030, con respecto a su línea base. De forma condicionada, México puede aumentar su meta hasta 40%, con respecto a su línea base en 2030, si se escala el financiamiento, la innovación y la

transferencia tecnológica, y si otros países, principalmente los mayores emisores, realizan esfuerzos conmensurados a objetivos más ambiciosos del Acuerdo de París.

3. Eficiencia energética

El ahorro energético va de la mano con la descarbonización. La evidencia señalada en el reporte del IPCC (2018) sugiere que políticas sólidas de eficiencia energética son clave para alcanzar el objetivo de 1.5 °C y reducir los costos energéticos y de mitigación. Una mayor eficiencia energética puede implicar una reducción de hasta el 50% de la reducción de las emisiones al aire y ayudar a cumplir los objetivos del Acuerdo de París.

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP28, 2023) se señaló el principio del fin de la era de los combustibles fósiles al sentar las bases para una transición rápida, justa y equitativa, respaldada por fuertes recortes de las emisiones y un aumento de la financiación en energías renovables. Sin embargo, numerosos estudios sobre la “paradoja” de la eficiencia energética muestran que lograr grandes ahorros puede ser muy difícil ya que la implementación real de acciones de eficiencia energética ha estado consistentemente por debajo del nivel óptimo (Linares and Labandeira, 2010)

La presencia de varias y persistentes fallas del mercado, anomalías de comportamiento (por ejemplo, sesgos, contexto, motivación) y otras barreras que limitan la implementación de estas medidas de eficiencia crean la necesidad de intervención pública para abordar estos problemas y lograr los niveles deseados de ahorro de energía. En efecto, diseñar estas intervenciones públicas mediante el uso de instrumentos de política existentes está lejos de ser simple. Si bien la intervención pública debe responder a una falla o barrera de mercado identificada, la respuesta depende en gran medida del contexto en el que se aplican estas políticas (Linares and Labandeira, 2010), contextos que condicionan a que los resultados no correspondan a los señalados por la teoría (Llamas, 1990).

En este sentido, la eficiencia que ofrecen los VHyE habrá que ser matizada y evaluarse bajo esta óptica de ajuste al contexto, que este caso es el mercado o los consumidores mexicanos, más en específico los potenciales consumidores de la ZM_SARA.

4. El ciclo de vida de los vehículos híbrido y eléctricos y su contribución para mitigar la contaminación atmosférica

Los VHyE podrían ser una parte importante para alcanzar los objetivos globales sobre el cambio climático, considerando también las emisiones generadas por la producción de electricidad y la fabricación del vehículo (Stanescu, 2020).

Al evaluar las emisiones considerando el ciclo de vida de los VHyE, se debe contar las emisiones al producir electricidad según de la matriz energética de cada región. En México, 89% de la electricidad se produce con combustibles fósiles (Ferrari, 2019). Por otro lado, las emisiones que se generan en la construcción de la batería, que utiliza materiales de la minería (litio, cobalto, níquel, manganeso), requiere de cantidades adicionales de energía. Se estima que alrededor del 50% de las emisiones del ciclo de vida de las baterías provienen de la electricidad utilizada en su fabricación y ensamblaje (Ferrari, 2019). Así, producir baterías en una planta alimentada por energía renovable reduce sustancialmente sus emisiones (Regett, 2018).

En una estimación gruesa, las toneladas de CO₂ al considerar la fabricación y el uso a lo largo de toda la vida útil de los vehículos, generan una huella de carbono que para un coche eléctrico se estima es un 33% del total de la huella de un coche que use combustibles fósiles (Gonzalez, 2023), siempre y cuando la electricidad utilizada por este vehículo eléctrico sea producida de fuente renovable.

Así que, a medida que los países descarbonicen la generación de electricidad para cumplir sus objetivos climáticos, las emisiones de conducción disminuirán para los vehículos eléctricos existentes y las emisiones de fabricación disminuirán para los vehículos eléctricos (Ver Tabla 1.2).

Tabla 1.2. Ventajas y desventajas de vehículos eléctricos Vs. vehículos de combustión interna.

vehículos eléctricos		vehículos de combustión interna	
Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas
<p>- <i>Respeto al medio ambiente:</i> Asume una forma de pensar favorable a la naturaleza</p> <p>- <i>Coste del combustible:</i> Una ventaja evidente del vehículo eléctrico frente al de combustión interna es el costo de la gasolina</p> <p>- <i>Reparaciones:</i> Un vehículo eléctrico no usa instrumentos como la banda de distribución, embrague, filtros, aceite, etc.</p> <p>- <i>Estacionamiento:</i> En grandes ciudades es gratuito o disponen de espacios para este tipo de vehículos.</p> <p>- <i>Ventajas fiscales.</i> Tener un coche eléctrico implica algunas ventajas fiscales</p>	<p>- <i>El precio:</i> El coste de un vehículo eléctrico es mayor que uno a gasolina.</p> <p>- <i>Autonomía:</i> Un vehículo eléctrico supone que cada cierto tiempo se debe recargar, bajo el riesgo de quedarte varado en carretera.</p> <p>- <i>Temperatura:</i> Algunas baterías de los coches eléctricos tienen problemas con las bajas temperaturas y eso puede ser un inconveniente en el invierno</p>	<p>- <i>Autonomía:</i> Es la gran diferencia a favor de un coche que funciona con motor a combustión interna.</p> <p>- <i>Potencia:</i> Los coches de gasolina tienen mayor potencia y rendimiento en carretera por velocidad máxima, frenada y aceleración.</p> <p>- <i>Situaciones adversas:</i> Los vehículos a gasolina tienen mayor resistencia ante los problemas que te puedas encontrar en la carretera, como frío-calor o condiciones climatológicas extremas</p> <p>- <i>El precio:</i> Estos suelen ser mucho más baratos que los coches eléctricos</p>	<p>- <i>Costo del combustible:</i> Los coches a gasolina gastan más en energía/combustible que los eléctricos</p> <p>- <i>Gastos en el taller:</i> Los vehículos de combustión interna utilizan más accesorios y su reparación puede ser muy costosa.</p> <p>- <i>Daño al medio ambiente:</i> Las emisiones de estos vehículos pueden dañar nuestro entorno.</p>

Fuente: Elaboración propia con información de Mapere Motor

5. Perspectiva del consumidor

La mayoría de los análisis de demanda de vehículos eléctricos utilizan datos de preferencias declaradas (Sierzchula et al., 2014). Los estudios que utilizan datos de preferencia revelada, realizan sus análisis a nivel agregado (Yeh, 2007), debido a la baja cuota de mercado de los VHyE, lo que dificulta la recopilación de los datos con una porción aceptable de propietarios de vehículos eléctricos (Zhang et al., 2011).

Algunos estudios han investigado los impactos de variables que indagan la psicología y algunos aspectos sociales como los valores humanos (Filippini et al., 2021), normas sociales, las actitudes ambientales (Upadhyay and Kamble, 2023) y las condiciones del vecindario (Potoglou and Kanaroglou, 2007). Todo estos son factores que influyen en el deseo de los consumidores por adoptar VHyE.

Por ejemplo, Filippini et al. (2021) analizan el comportamiento del consumidor mediante distintos tratamientos para demostrar que los llamados “empujones informativos” (o mejor llamados *nudge*, en inglés), son afectivos y relevantes para la identificar los factores que mejoran la intención de compra de motociclistas eléctricas. Upadhyay et al., (2023) midieron las actitudes pro-ambientales y el valor que las personas le otorgaban a los vehículos eléctricos en base a sus características en pro del medio ambiente.

Hidrue et al. (2011) incluyeron niveles de contaminación en su encuesta y calcularon la disposición de los consumidores a pagar por reducir la contaminación al utilizar vehículos eléctricos. En su estudio encontraron que la disposición a pagar por reducir la contaminación fue significativa, pero el ahorro de combustible tiene un impacto mayor en comparación con el deseo de ser ecológico o ayudar al medio ambiente. Además, demostraron que la reducción de la contaminación tiene una menor disposición a pagar en comparación con la autonomía y el tiempo de recarga de la batería.

Ghasri et al. (2020) postula que los vehículos eléctricos tienen un impacto significativo en la elección de los consumidores. Su hipótesis de que la percepción de los consumidores hacia los vehículos eléctricos puede explicarse por los atributos sociodemográficos de cada consumidor, permiten medir el nivel de aceptación de una nueva tecnología y saber si los individuos les gustaría adoptar dicha tecnología.

Lo anterior muestra distintos enfoques por los cuales la perspectiva del consumidor es muy importante y a su vez refleja la complejidad que conlleva el determinar sus preferencias al momento de adquirir un vehículo. Respecto a los factores o variables clave, la Tabla 1.3 resume las variables más importantes o que con mayor frecuencia han reportado en trabajos previos para el análisis del mercado de los VHyE. Variables como las que aquí se señalan permitirán indagar el nivel de aceptación de dichos vehículos.

Tabla 1.3. Factores que afectan la aceptación de los vehículos eléctricos

Factor	Descripción
Precio	Los autos eléctricos en términos de su precio de venta buscan ser competitivos a largo plazo. Este precio debe ser comparable con uno de combustión interna
Autonomía	Según la agencia de protección medioambiental de los Estados Unidos (EPA) la mayoría de los clientes, un 38.9%, buscan una autonomía de

Factor	Descripción
	480 km o más (el 26.1% buscan 800 km o más). Sin embargo, el trade-off es que esta característica implicaría un precio más alto.
Infraestructura de recarga	La disponibilidad de una red pública es imprescindible para convencer a los usuarios de adoptar un auto eléctrico.
Velocidad de recarga	La percepción y las expectativas con respecto a la velocidad de carga y el tiempo de carga real se espera evolucionen para facilitar una mayor adopción.
Políticas publicas	El contar con incentivos para el uso de autos eléctricos ayuda a promover su adopción. En México este tipo de apoyos son casi inexistentes.

Fuente: Elaboración propia a partir de la revisión de literatura

6. Incentivos aplicados en otros contextos para adquirir un auto eléctrico.

Existe una Iniciativa de Vehículos Eléctricos (EVI), el cual es un foro de política global dirigido a los Gobiernos; este se estableció en el 2010 en el marco de la Ministerial de Energía Limpia (CEM) de la Agencia Internacional de Energía. Este foro acelerar la adopción de los vehículos eléctricos en todo el mundo (International Energy Agency, 2023). En los principales mercados de VHyE la adopción temprana fue impulsada por, por ejemplo, políticas para estimular la demanda, como incentivos fiscales para la compra de vehículos (ver Tabla 1.4). Últimamente, un caso interesante a observar es China, país que ha utilizado incentivos directos a los fabricantes de automóviles. Es un hecho que muchos países y regiones están madurando sus mercados de VHyE, con cuotas de mercado que han aumentado a lo largo de los años, con tasas de venta más altas que las de los vehículos de combustión interna. De hecho, algunos mercados como China, EUA y la Unión Europea están reduciendo progresivamente sus incentivos para VHyE y redirigiéndolos a otros segmentos, como el transporte público, el pesado y el de carga (International Energy Agency, 2023).

Tabla 1.4. Incentivos de Gobierno para compras de vehículos eléctricos {EV's}

País	Incentivo
Japón	Subsidios de 100 mil yenes (US\$1,100) para la compra de un coche estándar o pequeño/ 50 mil yenes (US\$550) para un vehículo mini.
China	Otorga incentivos para la fabricación y subsidios uso de los vehículos eléctricos

Francia	Subsidios de 10.000 euros para estimular la compra de vehículos eléctricos a cambio de abandonar un viejo vehículo diésel de más de diez años
Inglaterra	Subsidios del 35% del costo del auto hasta un máximo de 2,500 libras o 4,500 libras dependiendo del modelo.
España	Subsidios del 25% del costo del auto, antes de impuestos (hasta un límite de 6,000 euros)
Países bajos	Subsidios de 3,000 a 5,000 euros para la compra de EVs
Bélgica	Subsidio que significan una deducción del 30% de los impuestos sobre el precio de compra con IVA.
Dinamarca	Subsidio que significa una exención del impuesto de registro
Irlanda	Subsidio de 5000 euros
EUA	Crédito fiscal de hasta 7,500 US-dólares por la compra de vehículos eléctricos
Colombia	Subsidio que implica que el pago de impuestos no podrá superar el 1% del avalúo comercial del carro

Fuente: Elaboración propia con información del Global EV outlook 2023 & Action Planning Strategy México

Capítulo II: Contexto Mexicano

La experiencia de nuestro país en la industria automotriz se remonta a 1921 cuando se instaló la primera planta. Este es un sector sobresaliente en la economía de México, es la principal fuente de divisas y es una industria estratégica en la ejecución en el modelo económico del país (Echeverría, 2020). Lo anterior se constata en el trato especial que desde sus orígenes ha tenido por parte del Estado, con políticas que buscan estimular su crecimiento, principalmente en las ramas 3361, 3362, 3363, 8111 y los subsectores 436, 438 del SCIAN 2018 (Miranda, 2007).

Este sector ocupa el primer lugar en generador de divisas con una balanza comercial superavitaria de 99 MMDD, es el sexto lugar a nivel mundial en exportación de vehículos ligeros y séptimo lugar en la fabricación de vehículos ligeros en el mundo (AMIA, 2024). Además, el 32% de las exportaciones manufactureras son productos automotrices con una contribución del 18% al PIB manufacturero y 3.6% al PIB nacional (Gob. de México, 2020).

En cuanto al empleo, la industria automotriz genera alrededor de 979.235 ocupaciones, divididas en 102,538 en la industria automotriz terminal y 876,597 en autopartes, carrocería y remolques, con 3.5 millones de personas beneficiadas (INEGI, 2022).

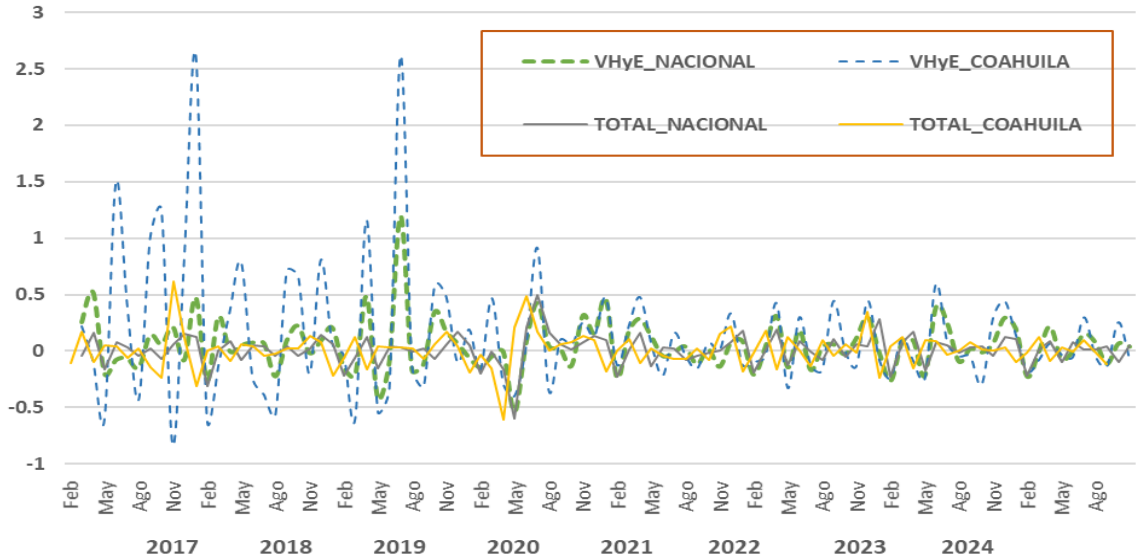
1. Panorama de los vehículos híbridos y eléctricos (VHyE) en México

De acuerdo a datos de INEGI (INEGI, 2022a), el promedio de vehículos por cada cien hogares en México es de 37.2, mientras que en Coahuila es de 49.8. Esta cifra es importante pues ubica a Coahuila por encima de la media nacional y muestra dos cosas: La relevancia del automóvil los hogares de la entidad, y que los hogares en promedio tienen una mayor disposición, que la media nacional, a pagar por adquirir un automóvil.

En específico, respecto a los VHyE en México, su tasa de crecimiento media (TCM) en el número de vehículos vendidos muestra variaciones importantes, mucho más intensas que las variaciones de los vehículos de combustión interna (Ver Grafica 2.1). Particularmente, si se compara la dinámica de las ventas desde el año 2017, que es cuando inicia el registro de los VHyE, se observa una mayor volatilidad o variación en las ventas mensuales de los VHyE

frente a los de combustión interna, y es hasta el año 2021 cuando se estabilizan dichos aumentos y tienden a moverse de marea muy parecida a las ventas nacionales.

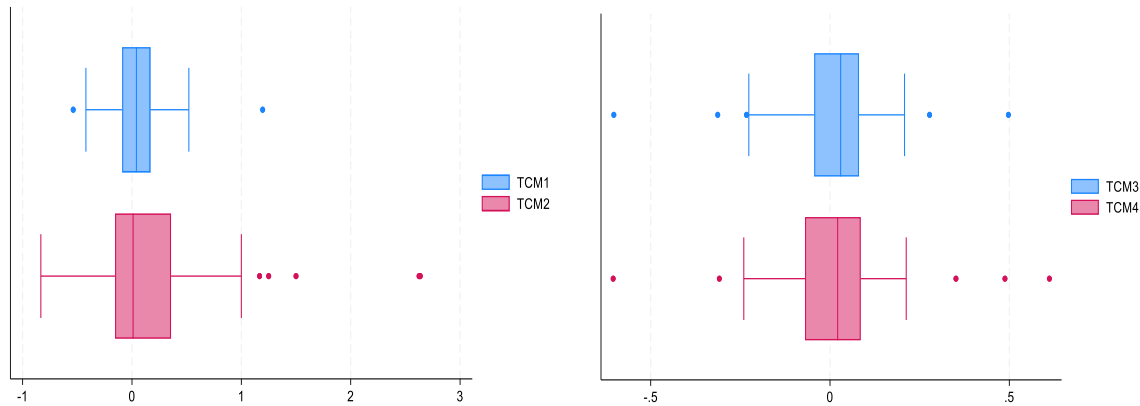
Grafica 2.1. Tasas de Cambio Media (TCM) mensual de las ventas de vehículos híbridos y eléctricos (VHyE) y de vehículos de combustión interna (total) para Coahuila y México (nacional).



Fuente: Elaboración propia con información del Registro administrativo de la industria automotriz de vehículos ligeros 2024 INEGI

Es de destacar, considerando esta misma Grafica 2.1, que las variaciones en las ventas en Coahuila tienden a moverse de forma similar a las ventas nacionales, esto es tanto para las ventas de VHyE como para los demás. Así, Coahuila es en términos de sus variaciones un fiel reflejo de las ventas a nivel nacional, un buen estudio de caso. Este argumento se refuerza al comparar estadísticamente las medias. Si bien, mensualmente los VHyE tienen una media de variación del 5.5% a nivel nacional, y a nivel Coahuila esta media es del 14.6%, no se rechaza que estadísticamente sean similares ($t= 0.151$). Esto mismo ocurre con los vehículos de combustión interna, donde la media de las variaciones es de 0.98% a nivel nacional y de 0.88% a nivel Coahuila, no rechazando que sus medias sean iguales ($t= 0.963$). La Grafica 2.2. ofrece una comparativa más adecuada.

Grafica 2.2. Box-plot de las Tasas de Cambio Media (TCM) mensual de las ventas para Coahuila y México de vehículos híbridos y eléctricos (TCM1 y TCM2), y de vehículos de combustión interna (TCM3 y TCM4).

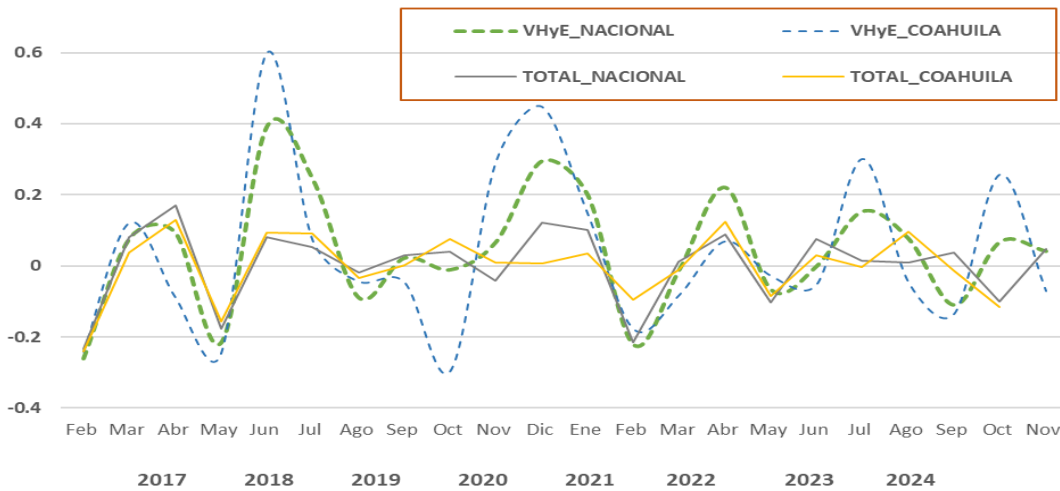


Fuente: Elaboración propia con información del Registro administrativo de la industria automotriz de vehículos ligeros 2024 INEGI

No obstante, vale la pena remarcar que dichas TCM se hacen menos intensas a partir del 2022, y de hecho, para el 2023 y 2024 los VHyE tienen una media de variación del 4.3% a nivel nacional, y a nivel Coahuila esta media es solo del 3.5%, es decir, la volatilidad de la TCM disminuye drásticamente. Esto mismo ocurre con los vehículos de combustión interna, donde la media de las variaciones es de 0.34% a nivel nacional y de -0.16% a nivel Coahuila (ver Grafica 2.3.). Llama la atención este último dato. Lo anterior significa que mientras que en el 2023 y 2024 los vehículos a diésel y gasolina muestran una desaceleración en sus ventas, llegando incluso registrar números negativos para Coahuila, las ventas de las ventas de los VHyE muestran un optimismo importante, que no obstante su bajo volumen, representan un nicho interesante a explorar.

La comparativa con tasas de crecimiento media anual (TCMA) de las ventas de vehículos, considerando la misma fuente estadística, es aún más drástica. Para los VHyE, de los años 2017 al 2024 registran una TCMA del 47% a nivel nacional y del 55% para Coahuila. En cambio, la TCMA de los vehículos de combustión interna en el mismo periodo de tiempo es de -0.2% a nivel nacional y del -3.2% a nivel Coahuila.

Grafica 2.3. Tasas de Cambio Media (TCM) mensual de las ventas para Coahuila y México de vehículos híbridos y eléctricos y de vehículos de combustión interna (TCM3 y TCM4).

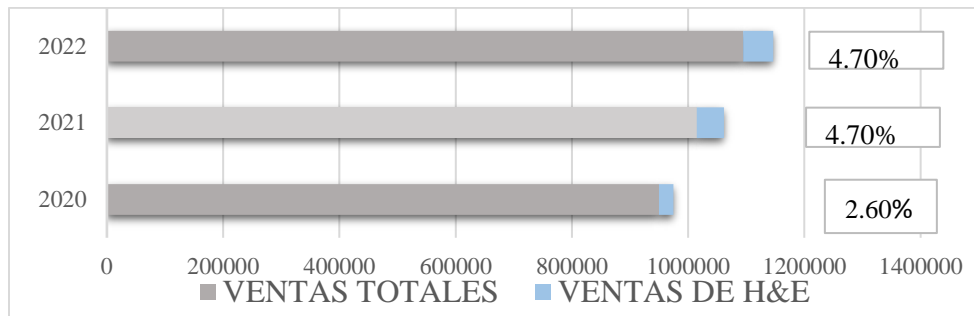


Fuente: Elaboración propia con información del Registro administrativo de la industria automotriz de vehículos ligeros 2024 INEGI

Puede decirse que pese a que mes con mes, y año con año, las ventas de los VHyE muestran una mayor preferencia de los consumidores (Ernst & Young, 2023) frente a los vehículos de combustión interna. Los VHyE solo representan (desde enero del 2017 a octubre del 2024) el 2.17% de las ventas a nivel nacional, y 1.62% de las ventas en Coahuila. Se observa una gran diferencia, aunque este mercado parece consolidarse paso a paso. Por ejemplo, en el año 2022 (año de estabilización), el 95.3% de las ventas totales de vehículos en nuestro país correspondieron a vehículos a gasolina y diésel (ver Figura 2.4.). En efecto, durante los dos últimos años (2023 y 2024), las ventas de VHyE promedian un 2.17% y un 1.62% de las ventas totales de vehículos a nivel nacional y Coahuila respectivamente.

En general, en los últimos años la tendencia de ventas de VHyE ha experimentado un crecimiento significativo, aunque con variaciones notables entre estados (INEGI, 2022b). Así, en entidades como la Ciudad de México, Estado de México y Nuevo León, se observa una mayor adopción, impulsada por políticas gubernamentales como incentivos fiscales y restricciones a la circulación de vehículos contaminantes. En cambio, en estados como Campeche, Guerrero y Oaxaca, las ventas son muy limitadas, posiblemente por factores como la infraestructura de carga insuficiente y al ingreso de los hogares.

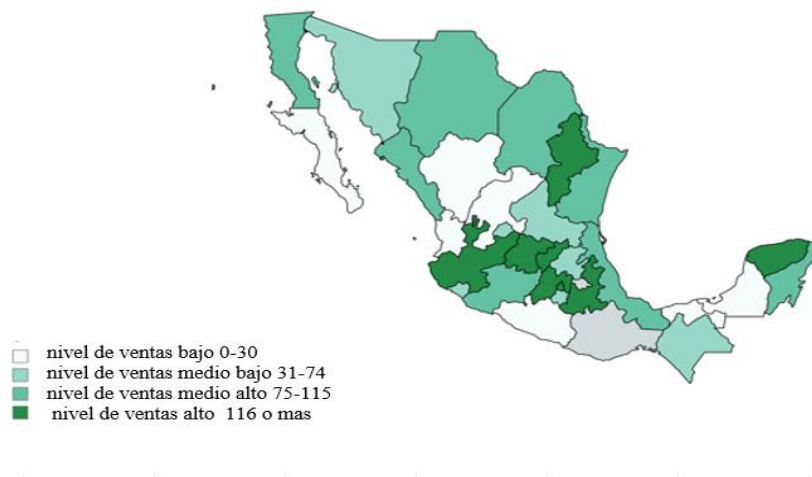
Figura 2.4 Ventas de VHyE respecto al total de vehículos vendidos en México en el periodo de 2020-2022



Fuente: Elaboración propia con información de la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Reporte de venta de vehículos ligeros nuevos 2022

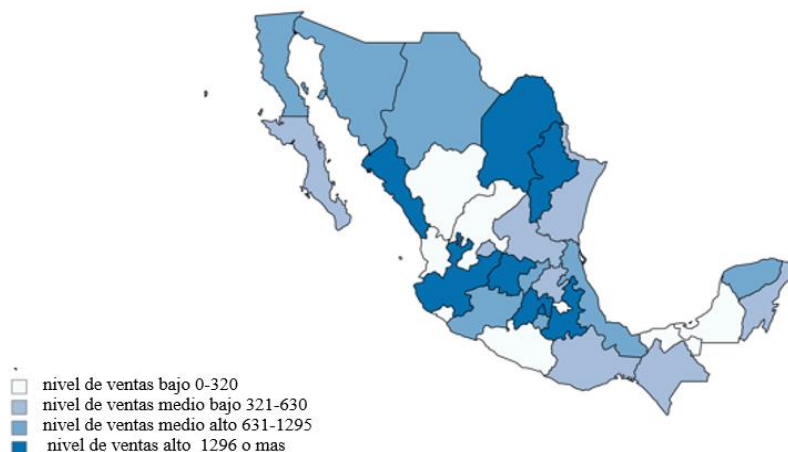
Las Figuras 2.6 y 2.7 muestran las diferencias geográficas de las ventas de VHyE por entidad federativa. En este caso, el nivel de ventas se dividió en cuartiles y por tipo de vehículo. En estas Figuras se corrobora la diferencia notable en ventas por área geográfica. Se corresponde a un mayor nivel de ventas de VHyE, los estados marcados intenso en verde y azul (CDMX, EdoMex, Nvo Leon, Jal, Gto, Pue). En contraste, los estados con las menores ventas de VHyE y se destacan con los colores más tenues o sin color (Gro, Chis, Tab, Col, Dgo y Zac).

Figura 2.6 Mapa de las ventas de vehículos eléctricos por estado en 2022



Fuente: Elaboración propia con datos del Registro nacional de la industria automotriz venta de vehículo híbridos y eléctricos por entidad federativa, 2022

Figura 2.7 Mapa de las ventas de vehículos híbridos por estado en 2022



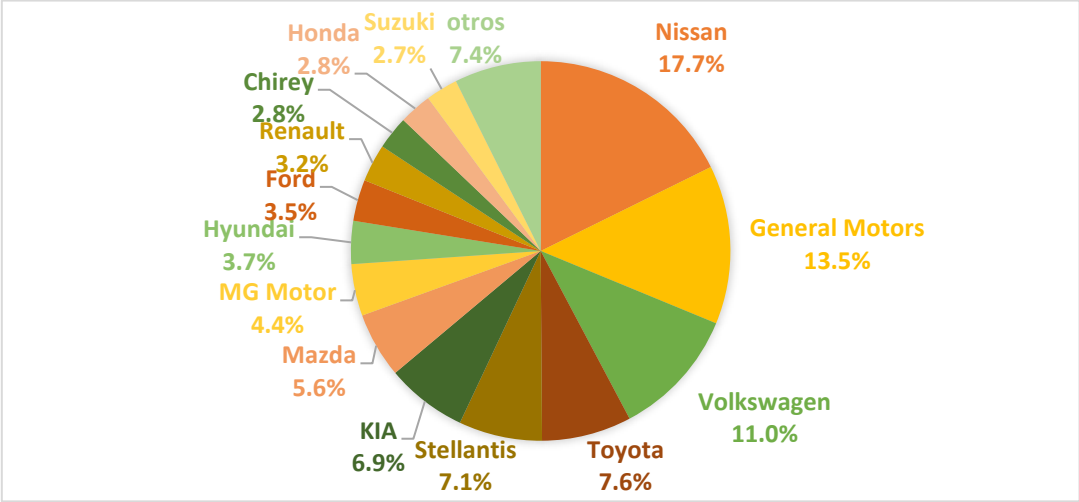
Fuente: Elaboración propia con datos del Registro nacional de la industria automotriz, Venta de vehículo híbridos y eléctricos por entidad federativa 2022

Respecto a la cuota de mercado por marca, para los vehículos ligeros en general (incluyendo a los VHyE) durante el año 2023, se observa la dominancia de 5 marcas: Nissan, GM, VW, Toyota y Estellantis (Ver Figura 2.8). No obstante, es justo en este periodo, de 2022 a la fecha, que el mercado mexicano ha permitido la entrada de muchas marcas, principalmente de China. Según el registro al inicio del año 2022, existían solamente 44 marcas de vehículos ligeros registradas, y a octubre del 2024 esa cantidad ha aumentado alcanzando la cifra de 52 marcas (INEGI, 2024). El hecho es que el mercado mexicano es bastante atractivo, no solo por su capacidad de compra sino también porque significa una entrada al mercado de Norteamérica, principalmente a Estados Unidos, el más grande del mundo. En términos de competencia y de inversiones hacen que México sea un jugador importante y un mercado muy apetitoso, porque además representa la entrada al mercado norteamericano. Los VHyE pueden ser una parte estratégica del juego.

Nada está dicho. Al momento de escribir estas líneas se desarrolla una intensa competencia, y mucho de esto recaen en la arena política. Tanto EUA como México, y por supuesto

Canadá, tienen en planes que son difíciles que vislumbrar, planes que modificaran, quizás drásticamente y en poco tiempo, la Figura 2.8

Figura 2.8. Cuota de mercado de los vehículos ligeros por marca en México en el año 2023



Fuente: Elaboración propia con información de la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), Reporte de venta de vehículos ligeros nuevos 2023

En suma, la lectura global del caso mexicano es importante porque nuestro país es a nivel global un jugador relevante en la industria automotriz y cualquier iniciativa en la producción, ventas o comercialización de los VHyE se debe observar con mucho detalle dada su posición destacada en la industria automotriz y su potencial para la transición hacia tecnologías más limpias y sostenibles (AMIA, 2023). Coahuila en este sentido, y en particular la ZM_SARA es un buen estudio de caso. Según el informe "Panorama de la Industria Automotriz en México" de la Secretaría de Economía (2020), el país es uno de los principales productores de vehículos en el mundo y un importante exportador de automóviles, lo que lo posiciona como un actor clave en la transformación del sector hacia la electrificación.

2. Estadísticas secundarias: Nivel socioeconómico

Explorar los datos de posesión de vehículos por hogar, así como otras variables o factores que inciden en la posesión de los mismos, son datos cruciales para conocer los patrones de

movilidad, el uso del tiempo, del gasto y el impacto en la infraestructura urbana, revelando tendencias en el consumo, posesión de vehículos, sus externalidades, y en general datos del bienestar de los hogares (Acosta, 2023). Los datos de esta sección provienen casi exclusivamente de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) de los años 2020 y 2022, según se aprecia en la Tabla 2.1.

Particularmente, para Coahuila y el total del país, los registros indican al año 2022 que aproximadamente uno de cada tres hogares (0.37) en México tenía un vehículo automotor, mientras que en Coahuila pasa a uno de cada dos (0.49). Respecto a la posesión de vehículos eléctricos, al año 2022 en México existían 5,631 y en Coahuila solo 87.

Un dato importante y que influye en la adquisición de vehículos es el ingreso. De acuerdo a datos de INEGI en 2022, el ingreso corriente promedio trimestral por hogar fue de 66,485 pesos y el gasto corriente monetario promedio trimestral por hogar fue de 40,906 pesos y los principales rubros fueron: alimentos, bebidas y tabaco, con 34.6 % y transporte y comunicaciones, con 20.5 por ciento (INEGI, 2023).

Respecto al tamaño del hogar. Coahuila y en general los municipios que forman la zona metropolitana de Saltillo, Arteaga y Ramos Arizpe (ZM_SARA), tienen un tamaño ligeramente menor al promedio nacional. Destaca Arteaga que tiene solo 3.4 integrantes, frente a la media nacional de 3.9 habitantes por hogar. Coahuila, y en particular Saltillo y Ramos Arizpe, tienen ingresos anuales promedio por encima de la media nacional (265,940 pesos). Particularmente, Saltillo es la ciudad que muestra el ingreso anual más alto (335,480 pesos), mientras que Arteaga, el municipio con mayor cobertura rural, tiene el ingreso menor (189,598 pesos) de los tres municipios que conforman la ZM_SARA, el cual es mucho menor a la media nacional.

Respecto al gasto en combustibles y transporte por hogar, este es un consumo que proporciona una visión de los hábitos de movilidad y el costo de vida, así como patrones de uso de sus vehículos que pueden estar influenciados por factores como el tamaño del hogar y los ingresos familiares. En este sentido, los hogares mexicanos en 2022 destinaron 2,583 pesos al trimestre en gasolina, lo que significó un incremento de 27.3% en comparación con su gasto en 2020 (Ulsa, 2023). Lo notable es que esta cifra se incrementa a más del doble (6,051 pesos) para el estado de Coahuila, y más que del triple para el caso de Saltillo (9,715

pesos) según la ENIGH (2022). Este echo es muy notable pues refleja la dependencia que existe en la ciudad de Saltillo del traslado y uso de los vehículos automotores. Un dato curioso es que el monto destinado a la adquisición de vehículos por los hogares, en el año 2022, en Coahuila (120,236 pesos) fue menor a la media nacional (156,192 pesos).

Por último, el gasto en electricidad en Saltillo (15,117.2) es mayor a la media nacional (13,934.8) y estatal. Así mismo, el dato de escolaridad del jefe del hogar es más o menos similar entre Coahuila y la media nacional, salvo el caso de Arteaga que se ubica muy debajo de esa media.

Tabla 2.1. Promedio de características socioeconómicas por hogar en la ZM_SARA

<i>Promedios por hogar</i>	<i>Nacional</i>	<i>Coahuila</i>	<i>Saltillo</i>	<i>Arteaga</i>	<i>Ramos Arizpe</i>
Integrantes por hogar (2020)	3.9	3.48	3.61	3.41	3.51
Gasto anual: Gasolinas magna y premium	10,332	24,205	38,860	10,110	16,750
Gasto anual: Diésel y gas	12,104.5	15,800.3	-	-	-
Gasto anual: Transporte público	2,660	1,600	1,500	752	1,181
Ingreso por hogar: Total anual	265,940	300,504	335,480	189,598	314,036
Precio electricidad	13,934.8	13,397.8	15,117.2	-	-
Gasto en adquirir vehículos	156,192	120,236	-	-	-
Escolaridad del jefe del hogar	6.7	6.2	6.9	4.9	6.5
Número de estaciones de carga eléctrica	1,146	31	8	-	-

Fuente: ENIGH 2020 y 2022

3. La industria automotriz en la zona metropolitana Saltillo, Arteaga, Ramos

Arizpe

En México son 12 estados los que cuentan con plantas de ensamble de vehículos, pero Coahuila es la única entidad donde se cuenta con 3 plantas de este tipo (Silva, 2023). En efecto, Coahuila forma parte de una región que por años se ha caracterizado por tener un conglomerado de armadoras de vehículos automotrices, que lo ubican como el número uno a nivel nacional en la fabricación de autopartes (Vázquez., 2020); y segundo, en la producción de automóviles y camiones, participando en el 15.9% de la producción total de vehículos en México (SEC, 2023).

En específico, las ciudades de Saltillo y Ramos Arizpe, son conocidas por albergar uno de los cluster automotrices más importantes del país, y que desde hace ya varios años ha sido la columna vertebral de la economía de Coahuila (Davila, 2001).

Actualmente en estos dos municipios se encuentran asentadas las armadoras de Fiat Chrysler Automóviles (FCA), Daimler Freightliner y General Motors (GM). En el primer trimestre del 2024, las exportaciones de Coahuila ascendieron a 15 mil 459 millones de dólares, mostrando un incremento del 9.3% con respecto al mismo periodo del año 2023, lo cual situó al estado en el segundo lugar a nivel nacional en exportaciones, Además, Coahuila es líder con 20.8 por ciento en exportaciones de equipo de transporte. En este rubro, Coahuila exporta 10 mil 722.8 millones de dólares, cuando el total nacional es 51 mil 651.3 millones de dólares (Gov. de Coahuila, 2024). El sector automotriz representa el 67.1% de las exportaciones totales de la entidad, con un crecimiento anual del 13.2% durante el periodo de 2020 a 2022, y un superávit del 29.1% respecto al nivel pre pandemia (Canaco, 2023).

Dada la importancia de la industria automotriz en la ciudad de Saltillo, se considera que hacer una exploración del mercado de los VHyE a nivel local es relevante dado que es prácticamente inexistente la información de este mercado a nivel consumidor. Una exploración como la que aquí se expone podría sugerir algunos elementos para posteriormente hacer una investigación más consistente y robusta a nivel regional o nacional.

Según los registros estadísticos, a octubre del 2024 en Coahuila se vendieron solamente 310 vehículos eléctricos y 1,631 híbridos, dando un total de 1,941 vehículos vendidos, lo que representa el 2.01% del total nacional de vehículos de esa categoría (INEGI,2024). Se espera que Coahuila tenga un crecimiento importante de inversiones en esta industria durante los siguientes cuatro años y haya un crecimiento exponencial con la fabricación de autos eléctricos y su proveeduría (Hernández, 2023).

A decir del secretario de Economía en la entidad, Claudio Bres Garza, la proveeduría para los autos eléctricos en Coahuila traerá para el estado un crecimiento enorme en los próximos cinco años (Santiago, 2023) y será aún mucho más grande cuando se liberen los permisos para la generación de energía eólica y solar (Silva, 2023). Por ejemplo, en 2023 la empresa PASLIN, líder mundial en robótica, inteligencia artificial, diseño, automatización y

ensamblaje de fabricación, y que es proveedora de Tesla, se instaló en Ramos Arizpe. Existen además otros diez proyectos de inversión a instalarse en el mismo municipio (Silva, 2023).

En resumen, Saltillo, Ramos Arizpe y Arteaga representan una zona metropolitana (ZM_SARA) con una industria automotriz muy sólida, y una población urbana densamente concentrada, que, dados los niveles de contaminación registrados a últimas fechas, quizás estén interesadas en la movilidad mediante VHyE. Por demás, esta ZM_SARA podría considerarse representativa de Coahuila, lo que la convierte en un lugar relevante para estudiar la posible adopción de los VHyE.

4. La calidad del aire en la ZM_SARA

Un factor importante a considerar es la calidad de aire que prevalece en la ZM_SARA. Al respecto, el IMPLAN (2019-2021) cuenta con un diagnóstico muy preciso y actual que detalla los niveles de los principales contaminantes por zonas, las medidas a implementar en el plan de acción climática.

Las emisiones totales de Gases de Efecto Invernadero en Saltillo fueron de 3,684.82 Gg de CO₂e con año base 2016, esto representa el 4.96% de las emisiones totales de Coahuila., el sector que mayores emisiones genera es energía con 2,910.06 Gg de CO₂e, que representan el 76% del total de GEI en la ciudad (IMPLAN, 2021).

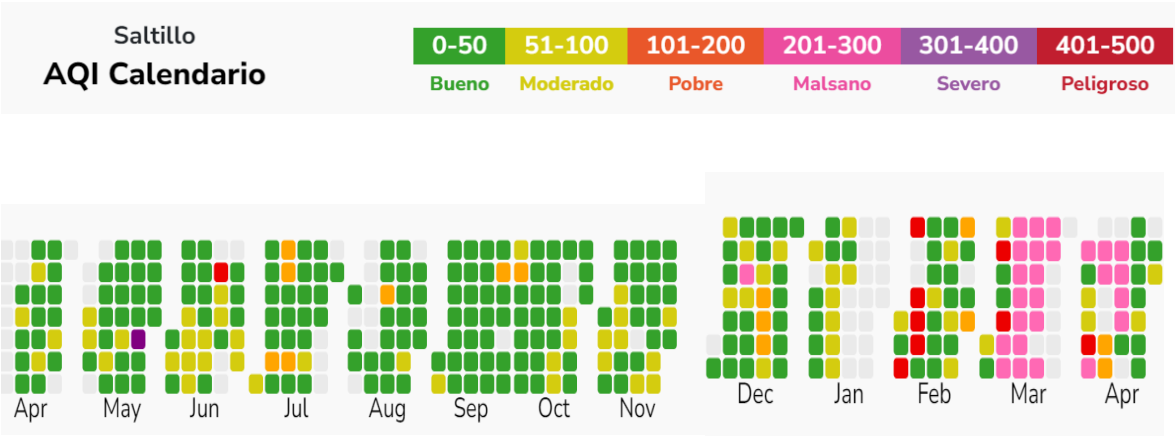
De la información antes vertida podemos observar que la calidad del aire en Saltillo y su zona metropolitana ha disminuido, aunque los indicadores también muestran que la calidad del aire es aceptable en general para la mayoría de los individuos. Sin embargo, los grupos sensibles pueden experimentar síntomas menores a moderados con una exposición a largo plazo (ACCW, 2023).

La contaminación del aire en México es un desafío persistente que afecta la salud pública y el medio ambiente. Las emisiones industriales, el tráfico vehicular y la quema de combustibles fósiles contribuyen a altos niveles de contaminantes atmosféricos, generando riesgos para la salud respiratoria y cardiovascular de la población.

De las 63 ciudades y zonas metropolitanas con capacidad para medir las partículas suspendidas en el aire menores a 10 micras (PM₁₀), en el 52.4% de los casos se sobrepasó el límite normado, y en las 53 regiones con capacidad de medir las partículas menores a 2.5 micras (PM_{2.5}) en el 47.2% de los casos se sobrepasó el límite (INECC, 2021).

De acuerdo a los datos reportados diariamente por la página web (AQI.in, 2024) que colecta información de la contaminación al aire en todo el mundo, tenemos que la ZM_SARA enfrenta serios problemas, los cuales se han visto incrementados en el último año. Según se observa en la Figura 2.9., la concentración actual de PM_{2.5} en Saltillo es 31 (µg/m³), un valor que está por encima de lo que recomienda la Organización Mundial de la Salud (OMS) que son 15 µg/m³ como umbral de concentración para una media de 24 horas. Así tenemos que la concentración en Saltillo, y en general también en Ramos Arizpe es 1.24 veces superior al límite recomendado y que se considera saludable o positivo para la salud humana (The Weather Channel, 2024).

Figura 2.9 Índice de la calidad del aire en saltillo en el periodo de 2023-2024

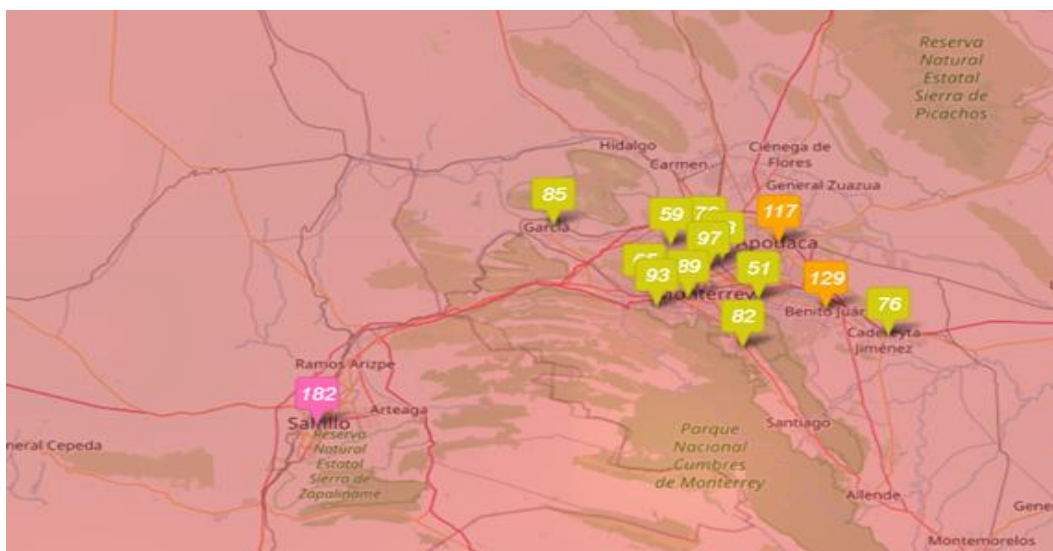


Fuente: Elaborado por el sitio AQI.in

Llama la atención que los límites reportados en esta página web (AQI.in, 2024) muestran a Saltillo y Ramos Arizpe como un caso sui generis o de difícil explicación. Esto porque presenta niveles de exposición promedio muy superiores a los de las ciudades vecinas, y que por cierto tienen una carga de infraestructura, tráfico vehicular y de industria más intenso,

como es el caso de zona metropolitana de Monterrey o la de Monclova. Así, lo que refleja las Figuras 2.9 y 2.10 es el hecho de Saltillo y Ramos Arizpe tiene una marca de aire contaminado, los cuales señalan registros muy intensos y a veces críticos, y distintos frente a sus ciudades vecinas tal y como se puede apreciar en el mapa de la Figura 2.10.

Figura 2.10 Mapa de la calidad del aire en la ZM_SARA y ZM_Monterrey en 2024



Fuente: Elaborado por el sitio AQI.im

Capítulo III: Evidencia empírica.

En este capítulo se muestran algunos elementos empíricos que sustentan esta investigación, estudios similares en otros contextos o países.

- *Revisión de análisis en torno al mercado de vehículos híbridos y eléctricos*

En la literatura se identifican variables que pueden impactar las ventas de vehículos eléctricos. Por ejemplo, Weldon & O'Mahony (2018), Wee & Coffman (2018), Briseño et al. (2020) y Bingchun et al. (2023) coinciden en que el precio de la gasolina y el precio de la electricidad pueden incidir en la decisión de compra. Por otra parte, debido a la limitación de autonomía de carga de los vehículos eléctricos, Libgober & Song (2022) y Chakraborty & Chakravarty (2022) consideran que los patrones de viajes están condicionados al número de estaciones de carga, y es un factor importante para los consumidores al adquirir un vehículo eléctrico. Así mismo, Kumar, Suchit (2021), Massimo (2022) y Huzafa, et al. (2023) coinciden en que el ingreso por hogar y la escolaridad promedio del hogar son factores importantes en la adopción de vehículos eléctricos. Su argumento es que, los vehículos eléctricos a menudo tienen un precio más alto que los vehículos de combustión interna, por ello las personas con mayor ingreso suelen tener más capacidad para pagar dicho precio más alto y, además, las personas con mayor educación suelen estar más informadas sobre cuestiones ambientales y de los impactos negativos de los vehículos de combustión interna. Todo estos son factores que podrían sesgar la decisión de los consumidores a la hora de elegir un VHyE.

Por otro lado, Martínez-Cruz (2016), Shrestha & Varde (2020) y Upadhyay, Kambl (2023) consideran relevante incluir una variable relacionada al medio ambiente al evaluar una tecnología que es energéticamente más eficiente, pero difieren en la forma de medir a dicha variable.

Para el caso de México existen pocos estudios relacionados con los vehículos eléctricos y las variables que influyen en su adopción. Uno de los más destacados es el de (Briseño et al., 2021), quienes presentan un análisis multivariado considerando factores económicos y

ecológicos que se asocian con la adquisición de vehículos de bajas emisiones en México. Al analizar datos de las 32 entidades buscaron determinar los factores estadísticamente más significativos relacionados con las ventas de VHyE. Encontraron que las ventas de estos vehículos están correlacionadas positivamente con el PIB per cápita, el costo de la electricidad consumida, el precio de la gasolina y una variable construida para indicar las “prácticas sustentables”. Este indicador se calcula a partir de datos de los certificados emitidos por la oficina ambiental del gobierno, intensidad energética, disposición adecuada de residuos y separación de residuos. Con base en estos resultados, infirieron que la adherencia a prácticas sustentables tiene una correlación positiva con la adquisición de vehículos bajos en emisiones en México. Sin embargo, estos autores concluyen que, para los compradores la asequibilidad de estos vehículos es más importante que su eficiencia energética. También señalan que los estados más industrializados están adoptando VHyE a tasas más altas que los estados cuya economía depende del comercio y el turismo. Este último hallazgo se confirma también el análisis de los datos de ventas por mes y por estado realizado en el Capítulo II de este trabajo.

En general, la literatura es vasta y refleja un panorama extenso de análisis que han intentado explorar este tema de los VHyE. De estos trabajos se han elegido los que parecen tener una intención u objetivo más o menos similar al que aquí se presenta. A manera de resumen se muestran en la Tabla 3.1. Se resaltan los tipos de variables utilizadas, haciendo énfasis en el estudio de los automóviles eléctricos y el fenómeno social y económico que representan, por lo mismo, se esbozan sus resultados o contribuciones que podrían ser útiles para el desarrollo de la investigación. Por ejemplo, es posible ver que entre las variables más utilizadas son el precio, el rendimiento o eficiencia, características de la batería (autonomía y tiempo de recarga), y las emisiones del vehículo, también el tamaño del hogar, la edad, la educación, el ingreso, el sexo, y otras variables socioeconómicas del jefe del hogar o de la familia. Otras variables relevantes son la existencia de infraestructura para el funcionamiento de los vehículos eléctricos (centros de carga, refacciones, mecánicos especializados). Otras variables tienen que ver con los posibles incentivos o políticas que el gobierno puede generar para la adopción de estos vehículos. Finalmente, es de notar también la existencia de trabajos que incluyen variables relacionadas a la conciencia ambiental o de responsabilidad social con el medio ambiente. Todo esto es posible ver en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Evidencia empírica de investigaciones relacionadas a la adopción de vehículos automotrices de tecnología eléctrica

<i>Autores</i>	<i>Objetivo/ Var. Dependiente</i>	<i>Variables independientes</i>	<i>Resultado empírico</i>
Briseño H, Ramirez-Nafarrate A, Araz Ozgur (2020)	Ventas de VHyE	<ul style="list-style-type: none"> • Precio gasolina • Precio electricidad • Pensamiento verde • Educación • PIB Per cápita 	La variación del PIB per cápita, el precio de la gasolina, el costo de la electricidad y un indicador verde que resume algunos hábitos del consumidor, explican el 75% de la variación en las ventas de los VHyE
Li Jiping, Zhang Jingjing, Zhao Zhihong (2020)	Cantidad de VHyE vendidos	<ul style="list-style-type: none"> • Dispersión de la innovación 	El mercado muestra fluctuaciones de la demanda, utilizando un modelo de difusión de la innovación.
Filippini Massimo, Kumar Nilkanth, Srinivasan Suchit (2021)	Intención de adquirir una motocicleta eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene motocicleta • Sexo • Edad • Educación • Ingreso • Tamaño del hogar 	La heurística es importante para conocer mejor la elección declarada de los encuestados y saber cuál es el empujón adecuado para fomentar la adopción de una motocicleta eléctrica en Nepal
Allcott Hunt, Knitte Christopher (2019)	Información del consumidor sobre el ahorro de combustible	<ul style="list-style-type: none"> • Edad • Sexo • Ingreso • Millas conducidas • Eficiencia (km/lit) • Tipo de auto 	Se debe establecer estándares estrictos de rendimiento (economía) del combustible e informar dichos límites para proporcionar mejor información que oriente a los consumidores.
Boogena Nina, Daminato Claudio, Filippini Massimo, Obrist Adrian (2022)	Nivel de información del costo de la energía al elegir bienes duraderos	<ul style="list-style-type: none"> • Sexo • Ingreso • Tamaño de hogar • Educación • Educación financiera 	Los hogares responden mejor si se les informa de los posibles ahorros que se lograrían al comprar sus bienes duraderos, lo que sugiere que la información juega un papel importante en el comportamiento del consumidor.
Filippini Massimo & Kumar Nilkanth (2022)	Nivel de adopción de energías eficientes renovables (EER)	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de EER • Tamaño del hogar • Edad • Educación • Ingreso • Sabe de inversiones • Comportamiento del ahorro energía 	Una política de deducciones de impuestos se asocia significativamente con un impacto positivo en las decisiones de los hogares relacionadas con sus inversiones para renovar su equipamiento y que están relacionadas con el ahorro de energía.
Wee Sherilyn, Coffman Makena, La Croix Sumner (2018)	Número de vehículos registrados como eléctricos (VE)	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivos a la compra de VE • Otros subsidios • Índices (población, ingreso, carga, precio, gasolina, electricidad) 	Aumentar \$1,000 USDlls en subsidios conduce a un aumento del 7.5% en las ventas de un vehículo eléctrico. Si se utiliza el valor promedio del subsidio (\$2,305), esto significaría un aumento del 17.3 % en EUA.

Peng Xiao and Qinghong Wen (2019)	Analiza el ciclo de vida de vehículos de combustión interna y los eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> • Energía utilizada • Contaminación ambiental 	Las emisiones de contaminación ambiental (CO ₂ , CO, SO _x , NO _x , etc.), de vehículos eléctricos son menores que los vehículos de combustión interna.
Sica Lorenzo, Deflorio Francesco (2022)	Demanda de carga de vehículos eléctricos (VE)	<ul style="list-style-type: none"> • Población • Ingreso • Numero autos • Número viviendas • Número estaciones carga • Historial de carga 	La red actual de suministro de carga en la zona de estudio no es suficiente ni es homogénea para permitir a los usuarios una elección flexible de donde cargar.
Upadhyay Nitin, Kambal Aakash (2023)	Analizar la intención de compra proambiental de consumidor para vehículos eléctricos (VE)	<ul style="list-style-type: none"> • Actitud proambiental • Intención de compra de VE • Responsabilidad proambiental • Valor proambiental 	Los consumidores que muestran responsabilidad, actitud y valor a favor del medio ambiente pueden traducir su comportamiento en intenciones de compra de VE. El modelo muestra un alto poder predictivo, estabilidad y relevancia.
Wang Yitong, Fan Ruguo, Du Kang, Bao Xuguang (2022)	La efectividad de diferentes políticas basadas en decisiones dinámicas del consumidor	<ul style="list-style-type: none"> • Valor de reventa (%) de VE • Restricciones a comprar vehículos a gasolina • Educación • Publicidad • Evaluación del consumidor 	La información que reciben los consumidores, el comportamiento de la adopción de los grupos y la publicidad que perciben afecta la adopción de los vehículos eléctricos, aumentando su tasa de adopción de 0.147 a 0.983.
Chakraborty Rahul, Chakravarty Sujoy (2022)	Factores que afectan la aceptación de vehículos eléctricos de dos ruedas en la India	<ul style="list-style-type: none"> • Precio • Impuestos • Costo de combustible • Disponibilidad y tiempo de recarga • Presión de grupo 	Estima que adoptar vehículos eléctricos de dos ruedas (recién matriculados), podría evitar consumir 322.50 mil millones de litros de gasolina y generar 571.49 millones de toneladas de CO ₂ durante 2021- al 2030.
Huzaiifa Butt Muhammad, Govind Singh Jai (2023)	Factores que aceleran la aceptación del vehículo eléctrico (VE)	<ul style="list-style-type: none"> • Edad • Educación • Ingreso • Tipo de vehículo • Número de viajes/día • Pronóstico de la demanda vehicular 	Se recomienda que los formuladores de política y los fabricantes de automóviles se centren en cuatro factores clave: políticas financieras, beneficios ambientales, facilidad de uso percibida y condiciones favorables para aumentar la aceptación de los vehículos eléctricos en Pakistán
Libgober Jonathan & Song Ruozi (2022)	Adopción de un vehículo eléctrico (VE)	<ul style="list-style-type: none"> • Existencia de estaciones de carga • Si uso antes VE 	Se demuestra que en los lugares donde se introdujeron estaciones de carga Blue experimentaron un mayor aumento en la adopción de VE en relación con otros

		<ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia de adquirir un auto nuevo 	sitios que no experimentaron dicha introducción
Madhusudhan Adhikari, Laxman P. Ghimire, Yeonbae Kim, Prakash Aryal & Sundar B. Khadka (2020)	Identificar barreras contra el uso de vehículos eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> • Barreras sociales • Económicas • Tecnológicas • Políticas • En infraestructura 	Las barreras relacionadas a la infraestructura, la política, la economía, y la tecnología son desafíos considerables, mientras que las barreras sociales son comparativamente menos importantes, dependiendo de la ubicación y del estudio de caso.
Münzel Christiane, Plötz Patrick, Sprei Frances Gnann Till (2023)	El tamaño del efecto de los incentivos de compra de vehículos eléctricos (VE)	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivos: Monetarios, no monetarios, recurrentes, antes de la compra, y después de la compra de VE • Reducción de impuestos 	No solo la disponibilidad de incentivos, sino también la magnitud de los beneficios monetarios afecta la expansión del mercado. Un incentivo de 1,000 euros aumentaría la participación de ventas de (VE) entre 5 a 7 %.
Filippini Massimo, Martínez-Cruz Adan (2016)	Estimar la disposición a pagar (DAP) por mejorar la calidad del aire en residentes de la Zona Metropolitana de la CDMX	<ul style="list-style-type: none"> • Actitudes ambientales • Actitudes sociales • Preocupaciones familiares 	Enfocarse en las actitudes ambientales y sociales, si el encuestado considera a la contaminación del aire como un problema muy importante, tiene mayor disposición a pagar. Además, si consideran la pobreza/desarrollo económico como un problema muy importante tienen una menor DAP, estimando un coeficiente de -1,31.
Singh Anuradha, Yadav Jyoti, Shrestha Sarahana, Varde Aparna (2020)	Adopción de vehículos de combustible alternativo y la mejor calidad del aire o contaminación	<ul style="list-style-type: none"> • Ingresos • Población • Número de vehículos de combustibles alternativos • Calidad del aire 	Los condados con más vehículos de combustible alternativo tienen mejor calidad del aire y viceversa. Además, estos son los municipios de alto nivel socioeconómico.
Weldon Peter, Morrissey Patrick, O'Mahony Margaret (2018)	Comparar los costes de propiedad de los vehículos eléctricos (VE) y los de combustión interna.	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivo del gobierno • Costo del vehículo • Costos reemplazar la batería • Costos de combustible • Impuesto anual de vehículos • Costo reparación y mantenimiento 	Los VE en su mayoría cuentan con costo de compra inicial más alto, y tienen un período de amortización corto debido a las diferencias en el costo del combustible y también porque es probable que los incentivos afecten más a los VE, a pesar de que son más caros.
Yua Zhe, Li Shanjun, Tong Lang (2020)	Difusión de los vehículos eléctricos (VE)	<ul style="list-style-type: none"> • Subsidios • Estaciones de carga • Número de VE 	La política de subsidios del gobierno y la diferencia entre la solución del mercado privado y la solución socialmente óptima,

		<ul style="list-style-type: none"> • Población • Difusión del sector privado 	<p>sirven como enfoque analítico para comprender la dinámica del mercado de la difusión de VE.</p>
Falbo Paolo, Ferrari Giorgio, Rizzini Giorgio, Schmeck Diane (2020)	Cambio óptimo a un vehículo eléctrico (VE)	<ul style="list-style-type: none"> • Distancia de manejo • Costo subjetivo a prohibir el tráfico • Costo de compra de un VE • Incentivos del gobierno • Tasa de descuento 	<p>Se analizan los parámetros que influyen en la decisión de compra de un vehículo eléctrico: la distancia recorrida, el coste subjetivo de prohibir la circulación y la frecuencia de dichas prohibiciones. Con excepción de la distancia de conducción, un cambio en esos parámetros implica una respuesta monótona del tiempo de adopción.</p>
Ghasri Milad, Ardeshiri Ali, Rashidi Taha (2020)	Percepción de las ventajas de los vehículos eléctricos (VE) sobre los de combustión interna	<ul style="list-style-type: none"> • Edad • Género • Ingreso • Empleo • Educación • ¿Posee un vehículo? 	<p>La ventaja se puede representar con tres variables latentes. El diseño, que es la percepción de los consumidores de los aspectos funcionales y estéticos de los VE. El medio ambiente, que refleja la percepción de los impactos ambientales de los VE. La seguridad, expresa la reducción percibida en las tasas de accidentes de los VE.</p>
Bingchun Liu, Chengyuan Song, Xiaoqin Liang, Mingzhao Lai, Zhecheng Yu, Jie Ji (2023)	Tendencias de crecimiento de las ventas de vehículos eléctricos (VE)	<ul style="list-style-type: none"> • Gobernanza ambiental • Producción de VE • Precio de gasolina • Índice de información • Precio de VE • Ventas de VE 	<p>Se analiza la penetración del mercado de los VE del 2022 a 2035. Se estima un crecimiento rápido de 2022 a 2027 (TCMA 25,6%). El incentivo del mercado del lado de la demanda se convierte en el factor clave después de 2027, la TCMA de la demanda superaría a la oferta por primera vez en 2028, y las ventas se espera superen a la oferta en 2030.</p>
Zou Mengjiao, Liu Mingguang, Liu Dunnan, Jia Heping, Peng Xiaofeng, Zhang Yue and Shang Shanshan (2021)	El cálculo de las emisiones de carbono en base a la propiedad de vehículos eléctricos (VE)	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo energía al producir VE • Consumo energía X c/100 Km • Proporción de uso de energías limpias • Emisiones de CO2 • Número de VE 	<p>Los vehículos eléctricos son la opción principal para conservar energía y reducir emisiones. Si se reduce el consumo de energía de los vehículos eléctricos y se aumenta la proporción de utilizar energía limpia, la proporción de reducción de emisiones de vehículos de nueva energía aumentará aún más.</p>
Madhusudhan Adhikari, Laxman P. Ghimire, Yeonbae Kim, Prakash Aryal & Sundar B. Khadka (2020)	Análisis de barreras contra el uso de vehículos eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> • Barreras técnicas • Política económica de infraestructura social 	<p>Se identifican como las principales barreras a la falta de estaciones de carga, el precio de compra más alto, la falta de planificación a largo plazo, la falta de objetivos del gobierno, la ausencia de talleres de reparación y mantenimiento, y la falta de exención de impuestos.</p>
Murtiningrum Angela, Darmawan	Adopción de motocicletas eléctricas en indonesia	<ul style="list-style-type: none"> • Edad • Ingreso • Escolaridad 	<p>Solo el 36% de los participantes está de acuerdo en adoptar una motocicleta eléctrica. La adopción es baja para los participantes con edad >65. Y el</p>

Agus, Wong Hartanto (2022)		<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño de la población • Percepción de las motocicletas eléctricas 	porcentaje de participantes aún en duda es relativamente alto, 40.3%.
Filippini Massimo & Wekhof Tobias (2021)	Relación entre cultura y medio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Densidad de la población • Ubicación • Idioma • Ingreso per cápita • Autos por decil • Edad media d/autos • Distancia al trabajo • Edad d/jefe fam. • Área urbana/rural 	Los resultados indican que la cultura representa una diferencia de entre 3 y 6 puntos porcentuales, más de la mitad de la diferencia total, en la proporción de vehículos energéticamente eficientes entre las regiones de habla francesa de Suiza y sus contrapartes de habla alemana.
Pan Yuling, Dong Feng (2023)	Los impactos de las políticas de financiación de la energía y los subsidios a las energías renovables	<ul style="list-style-type: none"> • Demanda por sector económico de: Energía fósil, Energía renovable • Precio de la energía fósil y renovable • Relación entre consumo de energía y emisiones de CO2 	Financiar la energía combinadas (fósil y renovables) puede minimizar la vulnerabilidad energética y amortiguar el impacto negativo de financiar la energía en el PIB. A la larga, al momento de máxima actividad, menor será la intensidad energética, y menor será la importación de energía y mayor el uso de energía renovable.
Long Zoe, Axsen Jonn (2022)	Demanda latente de las nuevas tecnologías de movilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Patrones de viaje • Contexto del transporte • Demografía • Regiones • Construcción psicológica 	Mide la demanda de consumidores canadienses de innovaciones en regiones clave. Se destaca cómo los entornos regionales específicos, como la experiencia con la movilidad compartida y el contexto de la política de vehículos eléctricos, están conectados con el uso y el interés actual de los consumidores.
Bansa Prateek, Ranjan Kumar Rajeev, Raj Alok, Graham Daniel (2022)	Disposición a pagar y preferencias sobre los vehículos eléctricos (VE) en India	<ul style="list-style-type: none"> • Edad • Estado civil • Tamaño de familia • Educación • Genero • Sector laboral 	Los consumidores están dispuestos a pagar entre 10 y 34 dólares adicionales en el precio de compra para reducir el tiempo de carga rápida de los VE en un minuto, entre 7 y 40 dólares para añadir un kilómetro a la autonomía de conducción de 200 km y \$104-692 para ahorrar \$1 por cada 100 km en costos operativos futuros.

Capítulo IV Marco teórico

El enfoque neoclásico permite analizar la dinámica del agente económico (consumidor), caracterizado como la unidad que responde a un escenario denominado: el Problema de la Elección, en el cual el agente debe seleccionar alguna variante de un conjunto de alternativas disponibles, siguiendo un proceso que le permita analizar y evaluar todas las alternativas disponibles (Rubinstein, 2006), en lo que se denomina Elección Racional.

1. La teoría del consumidor y la racionalidad limitada

Considerando que los consumidores tienen limitaciones presupuestarias, que, por su ingreso disponible, restringe la cantidad de bienes y servicios que pueden comprar (Gómez, 2002). Esta restricción es un factor importante a la hora de elegir entre un vehículo de combustión interna y uno eléctrico (Massimo & Nilkanth, 2021).

Se puede observar al hogar (Becker, 1991) como un agente económico que parte de una función de utilidad, considerando los bienes de consumo, y con solo dos opciones a la hora de decidir qué hacer con su tiempo: trabajar para el mercado formal o vender sus propios bienes o servicios (mercado informal). Esta actividad le proporcionará ingresos que posteriormente podrá gastar en bienes los cuales le proporcionar utilidad. Además, otros supuestos de la teoría del consumidor, son los relacionados al comportamiento humano que se refieren a un agente perfectamente racional y que maximiza la utilidad en la toma de decisiones.

Por otro lado, la literatura atribuye la brecha de eficiencia energética a dos conjuntos de factores: anomalías de comportamiento en específico a la racionalidad limitada y las fallas de mercado (Shogren y Taylor, 2008; Gillingham y Palmer, 2014).

La racionalidad limitada es un término utilizado para referirse a las limitaciones cognitivas que sesgan la capacidad de los agentes para resolver problemas y, por lo tanto, puede explicar la adopción limitada de tecnologías energéticamente eficientes. La racionalidad limitada se define a través de tres dimensiones: la información de la que dispone el decisor ya no es

ilimitada y en ocasiones tendrá un coste; la racionalidad del individuo está limitada a su capacidad cognoscitiva (que no será igual en todos los individuos y que va a determinar la forma en la que éste procesa la información); y el tiempo del que dispone para elegir una alternativa ya no es ilimitado (Simón, 1955).

Debido a lo anterior los compradores potenciales de vehículos pueden no ser capaces de evaluar los ahorros a lo largo de su vida útil al comprar alternativas como los VHyE debido a limitaciones cognitivas o de información (Allcott, 2013).

Por otra parte, los fallos de mercado suelen estar asociados con preferencias temporales inconsistentes, mercados no competitivos, problemas del agente-principal y externalidades positivas o negativas, y otros tópicos asociados a los automóviles de combustión interna, los cuales liberan a la atmosfera sustancias químicas peligrosas y nocivas para la salud de las personas.

Cuando ocurre un fallo del mercado, por ejemplo, observa que los autos de combustión interna no reflejan su precio real de mercado y suelen estar más abajo al compararlos con los automóviles eléctricos. Esto es, no reflejarán su verdadero precio, sus costes son disfrazados por influencias externas a la producción que los hacen más baratos, y adicionalmente son capaces de generar otras externalidades como un medio ambiente contaminado y riesgos para la salud (Islam, 2019). De hecho, la existencia de fallos de mercado es habitualmente la razón por la que las organizaciones autorreguladas, los Estados y las instituciones supranacionales intervengan para favorecer un mercado, como puede ser el de los vehículos eléctricos.

En resumen, la teoría del consumidor nos describe a un consumidor a la hora de seleccionar una variante de un conjunto de alternativas disponibles, muestra un comportamiento influenciado por distintos factores que lo llevan, eventualmente, a abandonar el supuesto de ser un individuo perfectamente racional y maximizar su utilidad. Esto se debe en parte a que existen limitaciones cognitivas e informativas que pueden llevar a un cálculo inadecuado de los costos y beneficios y por tanto se introducen distorsiones en las decisiones de los individuos.

2. Economía del comportamiento

La conducta del ser humano se ha estudiado de manera paradigmática y ortodoxa, separando los aspectos económicos de la conducta del individuo como tal (Miller, 2008). Tradicionalmente, la teoría económica utiliza datos estadísticos de los mercados "naturales" existentes para intentar desenmarañar los efectos de variables de interés interrelacionadas, aunque los datos naturales a menudo no permiten "pruebas críticas" de las proposiciones teóricas, porque las circunstancias históricas distintivas ocurren sólo por casualidad (Davis and Holt, 2010).

Estos problemas son más graves a medida que los modelos se han vuelto más precisos y/o complejos. En la teoría de juegos, por ejemplo, las predicciones a menudo se basan en supuestos conductuales muy sutiles para los cuales hay pocas posibilidades prácticas de obtener evidencia de mercados que ocurren naturalmente (Davis and Holt, 2010). Los hallazgos de Kahneman y Tversky (1974), incorporan la existencia de heurísticos y sesgos, que funcionan como obstáculos para que el individuo actúe de manera óptima y racional, y que lo conducen a cometer errores sistemáticos de juicio y de elección.

Uno de los desafíos más importantes de la economía empírica, es ir más allá de la simple correlación entre dos variables de interés, y encontrar una relación causal entre ellas (List, 2009). Para tal efecto, varios métodos econométricos han tenido un notable desarrollo en décadas recientes, avance que ha ido de la mano con la explotación de bases de datos más completas. Sin embargo, pese al visible desarrollo de la econometría, aun incluyendo todas las potenciales variables de control, resulta difícil garantizar que tal relación causal existe, entre otros motivos, porque variables no observadas pueden estar correlacionadas con la variable que se intenta explicar (Brañas-Garza, n.d.).

La economía del comportamiento por su parte, combina conceptos y metodologías de la economía, la psicología y otras ciencias sociales para estudiar cómo las personas toman decisiones económicas en la práctica. Se centra en entender cómo los factores psicológicos, emocionales y sociales influyen en el comportamiento de los individuos en distintas situaciones, y cómo estas influencias pueden desviar sus decisiones de lo que sería racional desde un punto de vista puramente económico (Cortés Fonnegra, 2010).

La economía del comportamiento ayuda a comprender cómo las personas toman decisiones en la práctica, reconociendo que su comportamiento no siempre sigue los modelos de racionalidad propuestos por la teoría económica tradicional (Galarza and Power, 2012). Al entender los factores psicológicos, emocionales y sociales que influyen en las decisiones económicas, la economía del comportamiento puede proporcionar una perspectiva más completa y realista del comportamiento humano en su racionalidad económica.

Un concepto a destacar en la economía del comportamiento es la racionalidad limitada, concepto que desafía la idea tradicional de que los individuos son completamente racionales y pueden tomar decisiones de manera óptima en todas las circunstancias (Kahneman, 2003). La racionalidad limitada es un término utilizado para referirse a las limitaciones cognitivas que sesgan la capacidad de los agentes para resolver problemas y, por lo tanto, puede explicar la adopción limitada de tecnologías energéticamente eficientes (Filippini et al., 2021).

La racionalidad limitada se define a través de tres dimensiones: i) la información de la que dispone el decisor ya no es ilimitada y en ocasiones tendrá un coste; ii) la racionalidad del individuo está limitada a su capacidad cognoscitiva, la cual no será igual en todos los individuos, y determina la forma en la que éste procesa la información; y iii) el tiempo del que dispone para elegir una alternativa ya no es ilimitado (Simón, 1955).

En esta investigación, es posible inferir, utilizando este bagaje teórico, que los compradores potenciales de vehículos pueden no ser capaces de evaluar los ahorros a lo largo de su vida útil al comprar alternativas híbridas o eléctricas debido a limitaciones cognitivas o de información (Allcott, 2013). Por tanto, es adecuado explorar el fenómeno de estudio con una aproximación teórica distinta a la teoría económica tradicional.

3. Análisis de Elección Discreta

Los experimentos o análisis de elección discreta (DCA por sus siglas en inglés) permiten modelar la elección de los individuos y observar la relevancia de una determinada alternativa, estimada a partir de la importancia implícita que ellos atribuyen a los atributos que la describen.

El DCA es importante porque permite modelar dos temas relevantes que enfrentan los consumidores a la hora de observar la información de la cual disponen y tomar su decisión. De acuerdo con (Martínez-Cruz, 2012) esas dos preocupaciones importantes en el modelado de elección discreta son la presencia de heterogeneidad no observada de preferencias y la posible correlación de esta heterogeneidad con el componente observado de la utilidad indirecta.

Para ello se ha pretendido estudiar los fenómenos mediante modelos econométricos binarios como Logit o Probit. Aunque, la mayoría de las aplicaciones de elección discreta utilizan logit mixto (ML) y/o logit de clase latente (LCL) lo cual permite un mejor abordaje de estas dos preocupaciones. El modelo ML permite una variación continua en los parámetros de preferencia, y un LCL supone que la variación en los parámetros de preferencia obedece a una distribución de mezcla finita.

El modelo Logit mixto debe su desarrollo: por un lado, al Departamento de Economía y el Instituto de Estudios del Transporte de la Universidad de California (Berkeley), con Kenneth Train y Daniel McFadden a la cabeza, y por otro lado, el Massachusetts Institute of Technology (MIT) en torno a Moshe Ben-Akiva (Orro, 2005).

Las principales ventajas del modelo Logit mixto radican en que puede aproximar cualquier modelo de utilidad aleatoria (McFadden y Train, 2000) y resuelve las tres limitantes principales del MNL al permitir: variaciones aleatorias en los gustos (Jiang y Morikawa, 2004), patrones de sustitución sin restricciones, y registrar la correlación entre los factores no observados a lo largo del tiempo (Train, 2003).

Capítulo V Metodología

1. Modelo teórico

En experimentos de elección discreta (DCA) cada individuo n se representa con una función de utilidad $U(.)$ condicional del tipo, $U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in}$ donde para cada nivel de utilidad se asocia a una alternativa i , con $V(.)$ que es la parte sistémica u observable de la utilidad, y $\varepsilon(.)$ es no observable (Train, 2003, Jiang y Morikawa, 2004). Este modelo básico expresa la ‘información’ utilizada por los individuos al momento de hacer su elección, asumiendo que i es elegida frente a j , si la $U_i > U_j$, es decir

$$p(i|C) = p\{V_{in} + \varepsilon_{in} > V_{jn} + \varepsilon_{jn}, J \in C\} \quad (1)$$

donde C representa el conjunto de alternativas. Por conveniencia analítica se asume que los términos de error de todas las alternativas son independientes e idénticamente distribuidos (*i.i.d*). Bajo esta hipótesis *iid* la probabilidad de elegir la alternativa i en un modelo Logit multinominal (MNL) es igual a

$$p(i) = \frac{\exp^{\lambda V_{in}}}{\sum_{j \in C} \exp^{\lambda V_{jn}}} \quad (2)$$

donde λ es un parámetro de escala que es inversamente proporcional a la desviación estándar de los términos de error, y V_{in} es el componente determinístico de la función de utilidad, que se supone lineal en los parámetros, según la Ecuación (3) donde X_{jk} es el valor del k -ésimo atributo de la alternativa j , y β_{jk} es el coeficiente asociado con el k -ésimo atributo.

$$V_{jn} = \sum_k \beta_{jk} X_{jk} \quad (3)$$

Ante la posible heterogeneidad en las preferencias, y la probable correlación de esta heterogeneidad con el componente observado de la utilidad, en modelos DCA como el aquí planteado es posible utilizar una especificación logit mixto (ML) y/o logit de clase latente (LCL) ya que estos permiten variaciones aleatorias en los gustos, patrones de sustitución sin restricciones, y correlación entre factores no observados (Martínez-Cruz, 2012; Train, 2003; Jiang y Morikawa, 2004).

En un modelo Logit mixto, la probabilidad de elección es calculada como la probabilidad Logit integrada sobre las funciones de densidad de los parámetros (Train, 2003), donde $L_{ni}(\beta)$ de la Ecuación (4) es la probabilidad evaluada para el valor β de los parámetros. Así, $f(\beta)$ es la función de densidad que permite arribar a la Ecuación (5)

$$p_{ni} = \int L_{ni}(\beta) f(\beta) d\beta \quad (4)$$

$$L_{ni}(\beta) = \frac{\exp^{\mu V_{ni}(\beta)}}{\sum_{j=1} e^{\mu V_{nij}(\beta)}} \quad (5)$$

donde V_{ni} es la parte observada o sistemática de la utilidad, que depende del vector de parámetros β . Si la utilidad es lineal en β , entonces $V_{ni}(\beta) = \beta'x_{ni}$; en este caso, la probabilidad del modelo Logit mixto toma su forma habitual, en la que $f(\beta)$ se asume normalizada, y $\mu=1$ (Márquez, 2013).

Así, la probabilidad de la secuencia observada de elecciones condicionada a conocer β_n está dada por la Ecuación (6)

$$S_n(B_n) = \pi_{t=1}^T L_{ni(n,t)t}(\beta_n) \quad (6)$$

donde $i(n,t)$ denota la alternativa elegida por el individuo n en el momento de la elección t . La probabilidad incondicional de la secuencia observada de elecciones es la probabilidad condicional integrada sobre la distribución de β , representado en la Ecuación (7)

$$P_n(\theta) = \int S_n(\beta) f(\beta | \theta) d\beta \quad (7)$$

La probabilidad incondicional (Hole, 2007) es, por tanto, un promedio ponderado de un producto de fórmulas logit evaluadas para diferentes valores de β , con los pesos dados por la densidad f . Esta especificación general permite ajustar modelos con variables explicativas tanto para cada individuo β_n como para alternativas específicas.

2. Datos

Esta sección describe el proceso de generación de datos para la encuesta y al final una breve descripción de la misma. Para abordar el experimento, se decidió utilizar el enfoque

proporcionado por Revelt y Train (1998), y Train (2009), en el cual, en una muestra de N encuestados, se tiene la opción de alternativas J, en T ocasiones de elección.

i. Obtención de la muestra para el sondeo

En el experimento de elección, al número total de encuestados se dividió en tres grupos, seleccionados de forma aleatoria. A cada grupo le correspondió un tratamiento, y el armado de estos tratamientos respondían al interés de diferenciar el efecto de la conciencia ambiental sobre la compra de un vehículo híbrido o eléctrico.

Con base en (Filippini et al., 2021), se diseñaron los tres tratamientos. Observar si existe alguna preferencia sistemática y nivel de importancia del factor ambiental es crucial para interpretar con precisión los resultados del experimento. Imponer cierta diferenciación en los tratamientos ayuda a mitigar el riesgo de que los resultados sean influenciados por factores externos o por la forma en que se presenta la información, asegurando así una mayor confiabilidad en las conclusiones alcanzadas.

Lo relevante del diseño es entonces ver si efectivamente la conciencia ambiental tiene un efecto positivo en la demanda de los VHyE. Por tanto, cada grupo o tratamiento se le presenta un formato de preguntas similar, y su diferenciación está basada solamente en la tabla de elección diseñada para el DCA.

Así, a cada individuo entrevistado, según entrara en tratamiento 1, 2 o 3, se les presento una tarjeta o tratamiento de elección diseñado de forma aleatoria según el DCA. En estas tarjetas cada individuo elegía entre tres opciones disponibles: Vehículo eléctrico o híbrido o gasolina. Así, en cada tratamiento, cada una de las tres opciones presenta dos atributos: Precio del vehículo, ahorro/autonomía, y alguna otra información específica relacionada al factor ambiental, dependiendo del atributo.

Finalmente, para saber el número de veces que se presentarían las tarjetas se debió aplicar un proceso de optimización llamado factorial (Yates, 1937). En este proceso se aplica un algoritmo que involucra minimizar el número de combinaciones y permutaciones aplicando la fórmula: N^k , después de eliminar alternativas irrelevantes, para obtener con base en este proceso, la información declarada de los entrevistados con respecto a sus preferencias, que, agrupados en A o B o C, cada opción incluiría los atributos señalados arriba.

De este proceso de optimización resultó que los tratamientos 1 y 3 solo tendrían una tarjeta. Para el tratamiento dos, se presentaron dos tarjetas con las mismas opciones y atributos que en el tratamiento 1, solo con la diferencia de incluir el factor ambiental mediante una imagen de aire limpio y/o aire sucio. En el tratamiento tres se presenta la misma tarjeta que el tratamiento 1, con la diferencia de proporcionar información adicional a los encuestados sobre la alta contaminación en la ciudad Anexo 5.D.

Respecto a las tablas de elección. Cada opción o combo (eléctrico o híbrido o gasolina) incluye tres atributos, como se observa en la Tabla 5.2, cada uno de ellos elegido según el análisis de la evidencia empírica del Capítulo III, y afinados con una serie de entrevistas a profundidad (Ver Anexo V.B) realizadas con los gerentes de ventas de cada marca que ofrece VHyE en la ZM_SARA. En efecto, la visión ofrecida por 12 expertos en ventas fue que lo más importante eran los aspectos relacionados al “bolsillo del consumidor” o al ahorro, incluso algunos abordaron aspectos relacionados a equipamiento o infraestructura urbana y al nivel de aceptación de tecnologías novedosas, pero el tema ambiental no pareció ser muy relevante. Al final, estas opiniones validan la construcción de los atributos pues al surgir de métodos cualitativos, garantizan un mejor conocimiento de los consumidores (Coast y Horrocks, 2007) y permiten visualizar de distinta manera el mercado. Los atributos, junto con su descripción, y niveles (codificación) para los tres distintos tratamientos, se sintetizan en el Anexo 5.C

Tabla 5.2. Atributos y niveles empleados en el estudio

Atributos	Descripción	Niveles
Precio	Uno de los factores más importantes para las personas al momento de adquirir un auto es el precio, a manera de atributo se incluye para observar su influencia en los tres tipos de vehículos.	Eléctrico: 757,800 Hibrido: 976,778 Gasolina: 665,324
Ahorro / Autonomía	El ahorro y la autonomía son factores cruciales en la adopción de autos híbridos y eléctricos. El ahorro se refleja en la reducción significativa de costos operativos, y la autonomía, por otro lado, es esencial para la viabilidad diaria del uso del vehículo,	Eléctrico: 0.72 \$/km Hibrido: 2.48 \$/km Gasolina: 4.25 \$/km
Factor ambiental (contaminación del aire)	Con la finalidad de observar el nivel de importancia del factor ambiental para los individuos, se añaden los niveles de aire limpio y aire sucio	<ul style="list-style-type: none"> • Limpio • Sucio

Fuente: Elaboración propia

El precio. Esta característica o atributo se obtuvo como un promedio de modelos similares. Aquí la base fue que existiera un vehículo, de marca y modelo similar, en sus versiones: gasolina, híbrido y/o eléctrico. Estas versiones se encuentran disponibles en línea en las páginas oficiales de distribuidores de autos registrados en México (IMT, 2020). Por ejemplo, se obtuvo una lista de precios de vehículos híbridos de las distintas marcas, se buscó su precio en su versión eléctrica (que no en todos los casos existía), y en su versión a gasolina. Los que se encontraban pareados en al menos una alternativa (ejemplo, gasolina-híbrido), se consideraban para obtener el promedio. Así se obtuvo el precio promedio de cada alternativa: gasolina, híbridos y eléctricos. Para hacer más realista la presentación de este atributo se incluye la posibilidad de tener crédito con una tasa al 10% anual, con un enganche y un periodo de pago de cuatro años. Todo esto según el esquema de financiamiento de las agencias de automóviles (“business as usual”).

El ahorro o gasto estimado de uso por kilómetro: Esta característica (gasto total \$/km) incluye no solo el gasto en combustible, sino también el mantenimiento, la tenencia (o refrendo vehicular), el seguro, etc. Eso es, es la suma de todos los gastos involucrados en la posesión de un vehículo al año. Existe un dato reportado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2024), que derivada de un estudio estiman que el tener un vehículo eléctrico implica desembolsar 0.72 pesos por kilómetro, mientras que los vehículos a gasolina implican gastar 4.25 pesos por kilómetro. El dato de los vehículos híbridos no existe para el caso mexicano, y solo para fines de diferenciación, se tomó el punto medio entre gasolina y eléctrico, esto es, la tarjeta del estudio señala que los vehículos híbridos gastan 2.48 pesos por kilómetro.

Vale la pena decir que se entiende, en parte, la ausencia de una estimación válida de rendimiento para el caso de los vehículos híbridos pues existe un rango muy diverso de este tipo de vehículos y que va desde los híbridos enchufables, que tienen dos motores (gasolina y eléctrico), y que toman energía directamente de la corriente eléctrica, hasta los híbridos que generan parte de su propia energía al recargarse con la fricción de sus neumáticos o el trabajo mismo del motor de combustión interna.

Dependiendo de todas las posibilidades o variantes que existen, se incluye además un nivel de autonomía, el cual es más o menos consistente con los promedios que al momento de la encuesta se encontraban en el mercado, de acuerdo a la información recabada de las páginas oficiales de los vehículos disponibles en México (IMT, 2020). Para el caso de los vehículos eléctricos, se incluye un rendimiento de 400 km por carga. Para los vehículos híbridos la autonomía registra 600 km por carga o tanque. Para los vehículos a gasolina se anota una autonomía de 800 km por tanque lleno.

Todo esto, en suma, la autonomía y el ahorro, son características propias del rendimiento del vehículo. Estas dos características: Precio y gasto estimado (ahorro y autonomía), son muy propias de cada una de las versiones o alternativas de vehículos: Eléctrico, Híbrido y Gasolina. Estas características, por tanto, no son sujetas a intercambio. No sería lógico, por ejemplo, que los vehículos a gasolina tuvieran un gasto por kilómetro similar al eléctrico o viceversa.

Una tercera característica es el *nivel de contaminación del aire*. Este se refiere a la percepción que tiene la población de la ZM_SARA de la contaminación (aire limpio o contaminado), por ende, su deseo de que este se elimine o continúe. En el fondo esto implica observar un nivel de conciencia ambiental. Aquellos que muestren el interés de tener un aire limpio, por ejemplo, van a preferir o elegir el vehículo según la opción donde aparezca el aire limpio. Adicionalmente el cuestionario incluyó preguntas sobre las características socioeconómicas de los consumidores o individuos encuestados y su percepción y experiencia con los VHyE. El Anexo 5.A de este capítulo se encuentra el cuestionario completo para los consumidores encuestados.

El cuestionario fue diseñado para durar de 5 a 10 minutos. La información socioeconómica del entrevistado, como el nivel de ingresos, la edad y el nivel de educación, se recogió al inicio del cuestionario. La aplicación de los cuestionarios se llevó a cabo de dos maneras, presencial mediante entrevistas individuales, y en línea con el uso de la plataforma google forms, aplicando el reactivo tanto a personas interesadas en adquirir un vehículo, como a personas que no se encontraban interesadas. Antes de aplicar la encuesta, se explicó de forma cuidadosa todas las preguntas a los individuos para ayudarlos a comprender el tema de la encuesta y entender el diseño del cuestionario, sobre todo la tabla relacionada al DCA.

Respecto al tamaño de la muestra, debido a que este es solo un sondeo, esta es una primera aproximación y no se trata de una muestra representativa, por tanto, no se tiene un número mínimo de individuos encuestados en cada tratamiento. Sin embargo, se procuró obtener al menos 30 individuos en cada tratamiento para así garantizar el tratamiento aleatorio que considerar a una muestra de ese tamaño 30 como un tamaño mínimo (Canavos, 1988).

Los datos de la encuesta de cada uno de los cuestionarios se codificó en Microsoft Excel y se verificó y limpio para posteriormente exportar al software Stata.

3. Modelo empírico

EL modelo empírico sirve para comprobar las hipótesis del vínculo entre las motivaciones a comprar VHyE, algunas variables relacionadas a la conducta del consumidor y otras variables socioeconómicas. La unidad de análisis del modelo es el individuo y/o jefe del hogar.

Este modelo empírico se basa en el modelo teórico del DCA, siguiendo el trabajo de Filippini et al. (2021) y Upadhyay & Kamble (2023) para evaluar tratamientos aleatorios basados en elecciones declaradas de los encuestados sobre la adopción de VHyE en la ZM_SARA. En particular, teniendo como base algunos estudios previos que se han centrado en evaluar el comportamiento ambiental, se busca evaluar y comparar bajo esta perspectiva.

La estructura del DCA permite que cada individuo encuestado seleccione sus preferencias entre un vehículo híbrido, un eléctrico y uno a gasolina considerando tres rubros o agrupamiento de variables: (1) El precio y el ahorro (durante el uso) del VHyE, (2) Un factor ambiental, y (3) algunas variables socioeconómicas relacionados al riesgo de mercado por adquirir un VHyE. Cada individuo encuestado elige una alternativa (Eléctrico o Híbrido o Gasolina) solo si la utilidad que representa esa alternativa es mayor que todas las otras opciones en el escenario de elección planteado.

Es así que la utilidad individual n por elegir la alternativa j está dada por

$$U_{nj} = V_{ij} \varepsilon_{nj} \tag{8}$$

$$= \beta' X_{nj} + \varepsilon_{nj}, \forall j = 1, 2, \dots, j \tag{9}$$

En este caso, el individuo elige la alternativa en una situación de elección que le da su máxima utilidad, i.e., $U_{nj} > U_{nj} \forall j \neq i$ (Train, 2003). Donde V_{ij} representa los atributos en la función de utilidad y ε_{ij} son los factores no observados en la función de utilidad.

Como se describió arriba en el diseño del cuestionario (sección Datos), los niveles de cada atributo o característica se desagregaron en: 1) *Precio de mercado* de vehículos comparables, es decir, vehículos que existen en su versión eléctrica/híbrida y de gasolina. Así, se estimó un precio medio para la versión eléctrica, un precio medio para la versión híbrida y un precio medio para la versión a gasolina. 2) *Costo de operación* por kilómetro, tomando como referencia la información de CFE (2024): a) 0.72 centavos/km, para la versión eléctrica b) 4.25 pesos/km, para la versión a gasolina, c) 2.48 Para la versión híbrida, punto medio entre la versión eléctrica y a gasolina. 3) *Calidad del aire*: a) limpio, b) sucio, característica que se incluye para evaluar la importancia de la calidad del aire en la elección del vehículo.

La desagregación de estos niveles obedece a la evidencia empírica, la cual sugiere que los consumidores otorgan gran importancia al precio, al rendimiento o desempeño y al factor ambiental. Sin embargo, en este caso, se optó por dejar a las características precio y costo operativo como características fijas (no aleatoria) para cada tipo de vehículo. Esto porque, por ejemplo, no resultaba del todo creíble que el costo operativo de un vehículo a gasolina fuera de 0.72 centavos por kilómetro (o viceversa, que el eléctrico tuviera un costo de 4.25 \$/km). Así, se enfatiza la diferencia de cada tipo de vehículo con base en sus características, observadas en el precio medio (estimado con datos de mercado) y en el desempeño estimado por CFE (2024), y la única característica que permanece aleatoria es la relacionada a la calidad del aire, tal y como se plantea en el choice set del experimento (ver Anexo 5.D), donde el proceso de optimización nos llevó a tener dos sets o tarjetas de elección en el tratamiento 2, y una sola para los tratamientos 1 y 3.

Este modelo así planteado, con tres tratamientos, permite explorar las preferencias de los consumidores al decidir por el tipo de vehículo bajo diversas condiciones y contextos. Ayuda a identificar los factores que afectan las decisiones de los consumidores.

Como se anticipó, se puede estimar el efecto de cada tratamiento sobre la probabilidad de elegir un VHyE mediante un modelo de la forma:

$$E_i = \alpha_1 \beta D_{ij} + \beta D_{ij} + \delta X_i + \epsilon_i \quad (10)$$

donde E_i es dicotómica y denota si el encuestado 'i' eligió la opción eléctrica, híbrida o a gasolina, D_{ij} indica si el encuestado i fue tratado con el Tratamiento 'j' ($j = 1,2,3$), X_i denota el conjunto de controles socioeconómicos específicos de cada encuestado, α_i es la intersección, y ϵ_i el residuo. Esto es, X_i representa variables que se piensa podrían tener un impacto al elegir la opción E_i , variables que se desglosan en la ecuación (11).

$$P(\text{Choice}_{ji} = 1) = a + a_1 \text{educ}_{1i} + a_2 \text{edad}_{1i} + a_2 \text{tmane}_{2i} + a_3 \text{percasa}_{3i} + a_4 \ln_{\text{ingreso}}_{4i} + a_4 r_{\text{ahorro}}_{4i} + a_5 r_{\text{precio}} + a_6 r_{\text{ma}}_{6i} + a_7 \text{vhe_vs_contamin}_{7i} + e \quad (11)$$

La Tabla 5.3. incluye las variables utilizadas en cada tratamiento, las cuales se seleccionaron a partir de los trabajos previos señalados en el Capítulo III, donde se muestra la evidencia empírica que explora la adopción de los VHyE.

Tabla 5.3. Variables socioeconómicas utilizadas en el modelo empírico

Variable del modelo	Etiqueta	Tipo	Definición
Elección del vehículo	<i>Choice</i>	Dummy: 0, 1	Es la elección del entrevistado: eléctrica, híbrida o gasolina.
Educación formal	<i>educ</i>	Discreta	Años de escolaridad del individuo encuestado
Edad	<i>edad</i>	Discreta	Edad (años) de individuo encuestado
Tiempo manejando	<i>tmane</i>	Discreta	Años de experiencia manejando
Personas en el hogar	<i>percasa</i>	Discreta	Número de personas en el hogar
Ingreso mensual	<i>ln_ingreso</i>	Continua	Ingreso mensual en el hogar (Log natural)
Ahorro como razón para elegir un VHyE frente a uno a gasolina	<i>r_ahorro</i>	Dummy: 0, 1	1 indica que, si considera importante el ahorro que lograría al adquirir un VHyE, 0 que no es importante
Precio como razón para elegir un VHyE frente a uno a gasolina	<i>r_precio</i>	Dummy: 0, 1	1 indica que, si considera importante el precio para adquirir un VHyE, 0 que no es importante
Medio ambiente como razón al elegir un VHyE frente a uno a gasolina	<i>r_ma</i>	Dummy: 0, 1	1 indica que, si considera importante el medio ambiente para adquirir un VHyE, 0 que no es importante
¿Son los VHyE una alternativa contra la contaminación?	<i>vhe_vs_contamin</i>	Discreta: E. Likert (-2 a 2)	La escala en la respuesta a la pregunta va de: Muy mala (-2), Mala (-1), No sé (0), (Buena (1), Muy buena (2)

Fuente: Elaboración propia.

Nota: r_{ahorro} , r_{precio} y r_{ma} son variables que se derivan de la pregunta ¿Cuál sería su razón (personal) más importante para adquirir un vehículo híbrido/eléctrico? Ver Anexo V.A y Figura 6.4

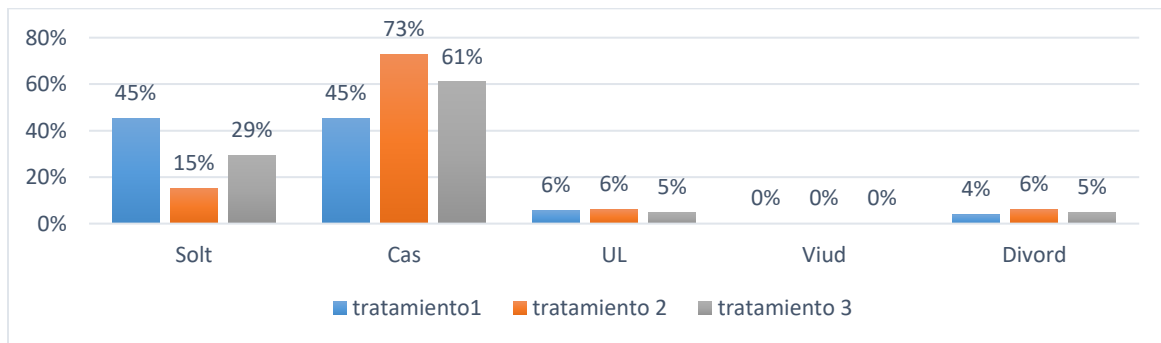
Capítulo VI Resultados

Este capítulo presenta los resultados que intentan demostrar la hipótesis: Un precio elevado, una autonomía de manejo baja y pocas estaciones de carga, determinan una baja preferencia por los VHyE en la ZM_SARA, no obstante, el ahorro que podría implicar su uso. Por otro lado, la consciencia ambiental del consumidor se espera no influya en las preferencias por los VHyE.

i) *Análisis descriptivo*

En general, de los participantes en el estudio, su promedio de edad ronda en los 39 años, pero un dato interesante es que la experiencia que tienen conduciendo un automóvil gira en promedio los 18 años. En el caso del estado civil, si diferenciamos por tratamiento (Figura 6.1), el tratamiento 1 tiene la misma cantidad de solteros y de casados (45.3%), mientras que en el tratamiento 2 y 3 el 72.7%, y el 61.0% son casados respectivamente.

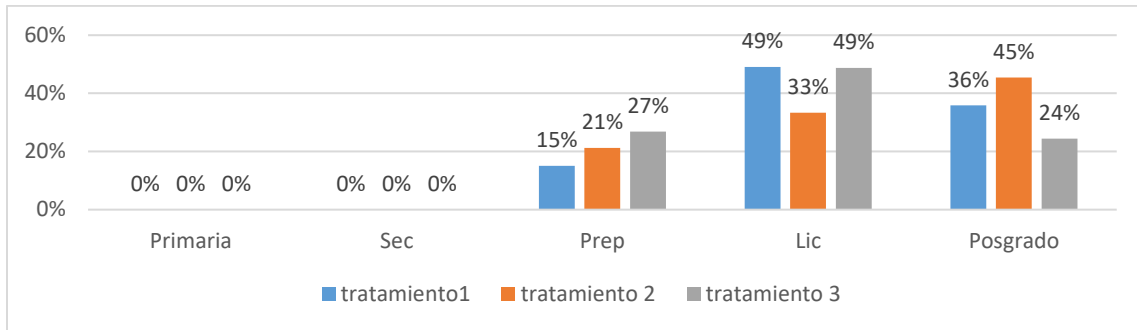
Figura 6.1. Estado civil: Porcentajes por tratamiento



Fuente: Elaboración propia

El nivel educativo se ha utilizado para explicar la decisión de las personas por elegir un tipo de vehículo. En este estudio, la escolaridad (años de escuela) muestra algunas diferencias (Figura 6.2.). En el tratamiento 1, 49.1% de los entrevistados indicaron tener licenciatura, y en el tratamiento 2 y 3 solo el 33.3% y 48.8% respectivamente, mencionaron poseer ese nivel de estudios. Habrá que mencionar que la escolaridad promedio en Saltillo es de 10.5 años (INEGI, 2020), cifra superior a la media nacional (9.7), y que equivale a más de un año de preparatoria. Llama la atención el alto porcentaje de entrevistados con estudios de postgrado.

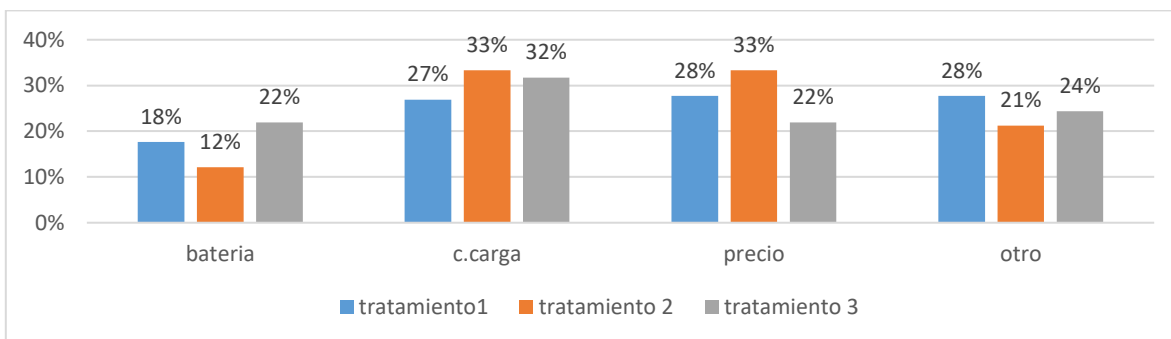
Figura 6.2. Escolaridad: Porcentajes por tratamiento



Fuente: Elaboración propia

Respecto a que características de los VHyE que en opinión de los consumidores son negativas, o que inducen a no adoptar un VHyE, la Figura 6.3 permite observar que el precio y la disponibilidad de centros de carga es la preocupación principal ya que los entrevistados consideran que los VHyE tienen un precio inicial más alto que la versión tradicional de ese vehículo, y que, la disponibilidad de centro de carga imponen una restricción importante para circular sin preocupación, comparado con los vehículos a gasolina. La duración de la batería es la tercer preocupación o factor negativo declarado, mientras que otras posibles limitaciones como la vida útil de la batería o la gestión de la carga, reflejan las barreras que los encuestados perciben como las más importantes a la hora de considerar la transición hacia vehículos híbridos y eléctrico.

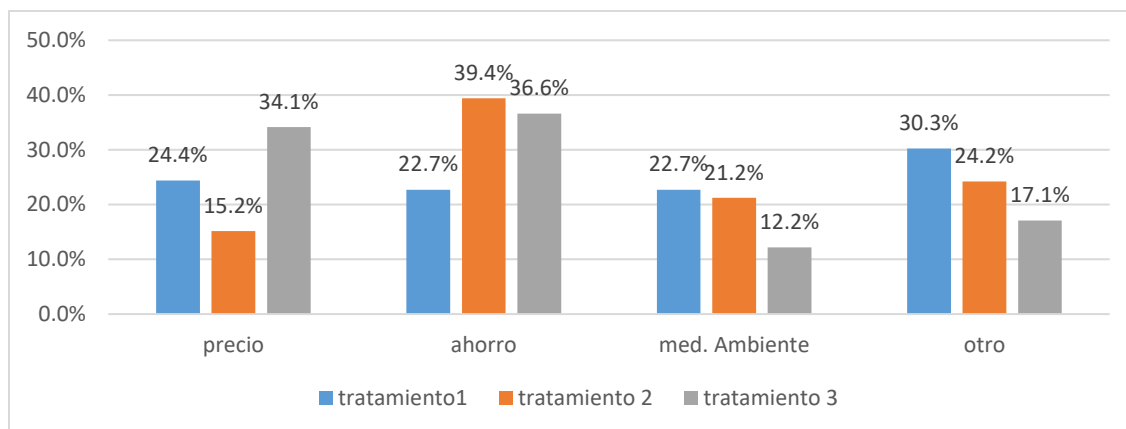
Figura 6.3. ¿Qué característica negativa observa en los VHyE? Porcentajes por tratamiento



Fuente: Elaboración propia

Otra forma de ver la posibilidad de adquirir un VHyE es abordar este punto, no desde los factores negativos, sino desde factores relacionados a aspectos personales que más inciden a la hora de comprar un vehículo híbrido o eléctrico. Dentro de estos factores personales se destacan razones muy diversas como el posible ahorro al dejar de consumir gasolina y el precio del vehículo, razones que fueron las más mencionadas en los tres tratamientos, seguidos por la autonomía de los vehículos, y en tercer lugar destaca la posible contribución para reducir la contaminación atmosférica. Otras características, más relacionadas con la velocidad, desempeño y la estética del vehículo fueron menos importantes y se anotan como Otro en la Figura 6.4.

Figura 6.4. ¿Cuál es la razón personal para adquirir un VHyE: Porcentajes por tratamiento



Fuente: Elaboración propia

Desde esta perspectiva, es posible ya inferir una limitada influencia de la conciencia ambiental para la compra de un VHyE. Este hecho se refuerza con la percepción expresada por los expertos en ventas, gerentes y representantes de ventas entrevistados en el transcurso de este estudio, tal y como se señaló en la sección previa. En efecto, lo que parece orientar la compra de un VHyE es más la facilidad o capacidad de contribuir al ahorro o gasto de las familias, y la conciencia ambiental es un factor que pasa a ser poco relevante en la toma de decisiones.

Las estadísticas descriptivas de las variables utilizadas en el modelo empírico (Ecuación 11) se presentan en la Tabla 6.1. En esta tabla se observan la media y la desviación estándar por tratamiento, así como la suma de las 127 observaciones que incluye los tres tratamientos, y

de alguna manera sirve para caracterizar al individuo promedio entrevistado (recordar que los datos se derivan de un sondeo, la muestra no es estadísticamente representativa, por tanto no es posible hacer inferencias para toda la población o la ZM_SARA).

Tabla 6.1. Estadísticos descriptivos por tratamiento en la ZN_SARA

	<i>Tratamiento 1</i>	<i>Tratamiento 2</i>	<i>Tratamiento 3</i>	<i>Muestra general</i>
	N=53	N=33	N=41	N=160
	<i>media</i>	<i>media</i>	<i>media</i>	<i>media</i>
	<i>desv. estándar</i>	<i>desv. estándar</i>	<i>desv. estándar</i>	<i>desv. estándar</i>
¿Es dueño de un vehículo?	0.89	0.91	0.83	0.88
(Si-No)	0.57	0.29	0.38	0.42
Edad (años)	39.98	38.30	39.71	39.22
	15.84	11.06	13.66	13.46
Años manejando	18.57	17.76	19.80	18.55
	16.27	12.71	13.49	14.17
Soltero	0.45	0.15	0.29	0.29
(Si-No)	0.50	0.36	0.46	0.45
Casado	0.45	0.73	0.61	0.61
(Si-No)	0.50	0.45	0.49	0.49
<u>Escolaridad</u>	posgrado	0.36	0.45	0.24
		0.48	0.50	0.43
	licenciatura	0.50	0.47	0.49
		0.49	0.33	0.50
preparatoria o inferior	0.15	0.21	0.27	0.21
	0.36	0.41	0.44	0.41
Número de personas en casa	3.30	3.03	3.66	3.28
	1.21	1.20	1.03	1.19
Número de vehículos en casa	2.13	1.91	2.05	2.02
	0.87	1.09	0.89	0.97
Decil de ingreso	8.40	8.21	7.83	8.18
(1, 2, ..., 10)	2.30	2.47	2.66	2.47

Fuente: Elaboración propia

Derivado de la Tabla 6.1, tenemos que el nivel de ingresos de las personas encuestadas se encuentra entre el decil 7 y 8, un nivel alto y con poca variación. Los deciles se estimaron con datos de la ENIGH (2022) para la ciudad de Saltillo y se ubican en el rango de 21 mil a 24 mil (decil 7) y de 24 mil a 30 mil pesos (decil 8). Las diferencias observadas entre los promedios de cada tratamiento, todas rondando también entre los deciles 7 y 8, se ven matizadas con una variación de poco más de dos deciles en promedio.

Respecto a las demás variables, se observa como el promedio de tenencia es de dos vehículos por hogar, que, para una familia pequeña, de poco más de tres habitantes por hogar es algo llamativo. De hecho, un muy alto porcentaje declaró tener un vehículo en casa. La escolaridad del jefe del hogar, como se pudo apreciar en la Figura 6.2, es elevada. La edad y los años manejando reflejan un poco la experiencia, un factor que ha resultado ser relevante a la hora de tomar decisiones de compra de vehículos (Filippini et al., 2021) y en este caso, en nuestros datos resulta elevada (más de 18 años). Finalmente, el estatus de casado/no casado pareciera ser un dato interesante, aunque con poca variación en los mismos.

Al analizar los resultados de la elección de los vehículos (eléctricos, híbridos y gasolina), se observa una variabilidad interesante (Figura 6.2). En el Tratamiento 1, el cual consideramos como el Statu Quo o escenario base, los vehículos híbridos son los más elegidos, con 24 elecciones, seguidos de cerca por los eléctricos con 21, mientras que la opción de gasolina es la menos elegida con 8. Este contexto sugiere que, sin información ambiental previa, los consumidores tienen mayor preferencia por los vehículos híbridos frente a los eléctricos y de gasolina (Ver Tabla 6.2).

Tabla 6.2. Estadísticas descriptivas por tratamiento en la ZN_SARA

	Tratamiento 1 n=53	Tratamiento 2 n=33	Tratamiento 3 n=41	Muestra general n=160
Elección media	1.75	1.40	1.56	1.56
Desv. estándar	0.70	0.60	0.70	0.67
Eléctrico	21 39.6%	43 65.2%	23 56.1%	87 54.4%
Híbrido	24 45.3%	19 28.5%	13 31.7%	56 35.0%
Gasolina	8 15.1%	4 6.1%	5 12.2%	17 10.6%

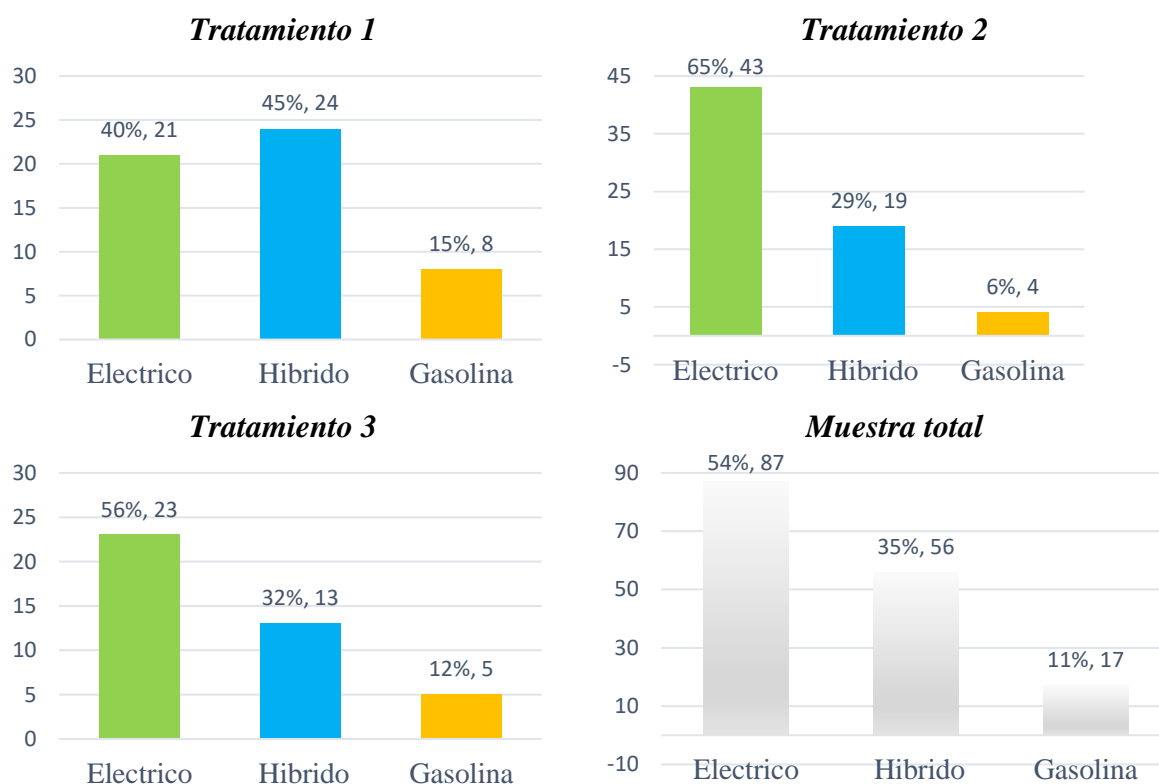
Fuente: Elaboración propia

En el Tratamiento 2 y 3, las tendencias cambian (ver Tabla 6.2). En el tratamiento 2 las preferencias por los vehículos eléctricos lideran con 43 elecciones. Los híbridos se mantienen en 19, y los de gasolina son nuevamente los menos elegidos con 4. Este cambio refleja el efecto de mostrar a los encuestados la característica de elegir entre aire sucio o aire limpio, o la conciencia ambiental de los encuestados. En el Tratamiento 3, la preferencia por los

vehículos eléctricos continúa siendo la más alta con 23 elecciones, los híbridos se conservan en segunda posición con 13, y la opción de gasolina permanece en tercer sitio con 5 elecciones. De igual forma, este resultado es el reflejo de mostrar a los entrevistados algunos aspectos de información ambiental (datos de contaminación atmosférica). En los tratamientos 2 y 3 se demuestra que es posible inducir, proporcionando información ambiental y apelando sus consecuencias, una mayor preferencia por los vehículos eléctricos. El cuarto cuadrante muestra tan solo la agregación del total de la muestra.

En resumen, en el tratamiento 1 o escenario base, predomina la elección por los vehículos híbridos; pero en el tratamiento 2 y 3 que dan la opción que de sopesar alguna característica ambiental (característica de elección o con información relevante) dio oportunidad a los encuestados a preferir los VHyE. Este es un aspecto interesante que más adelante se discutirá con mayor precisión con los resultados del modelo econométrico

Figura 6.2. Número de vehículos elegidos, y porcentaje, por tipo de tratamiento



Fuente: Elaboración propia

ii) *Resultados econométricos*

El modelo empírico planteado en la Ecuación (11) se estimó por máxima verosimilitud considerando la forma funcional de un Logit Mixto, y utilizando errores estándar robustos de Huber-White. Utilizar un modelo logit mixto condicional en un DCA ofrece algunas ventajas. Primero, permite capturar la heterogeneidad en las preferencias de los individuos, dado que no todos valoran las alternativas de la misma manera. Además, su especificación flexible permite que la utilidad de las alternativas seleccionadas siga distribuciones aleatorias y se ajusten mejor a los datos; además, al dar mayor control sobre los efectos no observados que influyen en las decisiones mejoran la validez de las estimaciones, y las predicciones sobre las elecciones individuales.

El interés es estimar los efectos promedio por tratamiento, es decir, el parámetro β . Por tanto, la estimación se realizó por separado, para cada tratamiento 'j', y para el total de las observaciones (los tres tratamientos) para observar un efecto conjunto. En la Tabla 6.3 se muestran los resultados para los tratamientos 1, 2, 3 y general para la alternativa vehículos eléctricos, mientras que la Tabla 6.4 muestra el resultado para los tratamientos 1, 2, 3 y general para la opción híbrida.

A partir de la Tabla 6.3 se observa que en el tratamiento 1 (Status Quo), a mayor número de personas en el hogar y a mayor ingreso, los encuestados prefieren un vehículo eléctrico. En el tratamiento 2 muestra la significancia del precio para elegir un vehículo eléctrico, y algo relevante, la consideración de que estos vehículos podrían no ser una opción importante para abatir la contaminación del aire. Lo distintivo de este tratamiento 2 es que dentro de las opciones se incluyó una característica (imagen) que indica la consecuencia derivada de tener una buena o mala calidad del aire, y por tanto evoca a la conciencia ambiental. Esta característica (conciencia ambiental) es estadísticamente significativa para elegir un vehículo eléctrico. En el tratamiento 3, la edad, el tiempo manejando, el ingreso, y el ahorro resultan factores que inducen a adquirir un vehículo eléctrico. Los resultados indican que, a menor edad, a mayor tiempo manejando, a mayor ingreso y a mayor posibilidad de ahorro, los individuos encuestados muestran una mayor disposición a adquirir un vehículo eléctrico. Finalmente, en la suma de observaciones el ingreso y la consideración de que estos vehículos

podría ayudar a abatir la contaminación del aire, resultaron ser factores importantes para elegir un vehículo eléctrico, según la apreciación de los encuestados.

Tabla 6.3. Resultado de los tratamientos 1, 2, 3 y general para vehículos eléctricos

	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Todos
<i>Educación</i>	0.083 (0.294)	-0.562 (0.989)	0.006 (0.485)	0.056 (0.217)
<i>Edad</i>	0.137 (0.107)	-0.167 (0.214)	-0.351** (0.148)	-0.006 (0.051)
<i>Tiempo manejando</i>	-0.141 (0.105)	-0.047 (0.287)	0.484* (0.251)	-0.018 (0.048)
<i>Personas en hogar</i>	0.667* (0.394)	-2.376 (1.653)	0.082 (0.535)	0.069 (0.294)
<i>Ingreso (ln)</i>	1.952* (1.157)	0.51 (1.798)	10.619*** (3.612)	1.052* (0.563)
<i>Razón: Ahorro</i>	0.877 (1.513)	-0.43 (2.556)	9.386** (4.538)	0.96 (1.300)
<i>Razón: Precio</i>	0.719 (1.013)	13.348* (7.117)	-1.609 (2.604)	-0.9 (0.802)
<i>Razón: M. Ambiente</i>	0.367 (1.428)	-0.486 (1.884)	2.787 (1.992)	-0.542 (1.041)
<i>VHE vs Contaminación</i>	0.801 (0.843)	-3.709* (2.246)	1.264 (1.543)	1.390** (0.574)
<i>Conciencia ambiental</i>		52.096*** (2.459)		
<i>Constante</i>	-10.57 (6.605)	9.373 (14.331)	-14.331 (13.090)	-2.298 (4.449)
<i>Observaciones</i>	159	198	123	480
<i>Número de casos</i>	53	66	41	160
<i>Wald chi2(18)</i>	22.83	85706.36	57.79	23.21
<i>Prob > chi2</i>	0.1974	0.0000	0.0000	0.1825

Notas: La variable dependiente indica si el encuestado afirmó que elegiría un vehículo eléctrico, híbrido o de gasolina. *, ** y *** respectivamente denotan significancia a niveles de 10%, 5% y 1%. Los errores estándar se informan entre paréntesis.

En la Tabla 6.4, en el tratamiento 1 no se observa ninguna variable significativa, sin embargo, en el tratamiento 2 la edad, el tiempo manejando y el número de personas en el hogar son variables significativas para elegir un vehículo híbrido. Similar a la Tabla 6.3 la característica que evoca a la conciencia ambiental es estadísticamente significativa para elegir un vehículo

hibrido. El tratamiento 3, al igual que en la Tabla 6.3, la edad, el tiempo manejando, el ingreso, y el ahorro son factores que inducen a adquirir un vehículo eléctrico, agregando la razón ambiental, esto es, una mayor conciencia ambiental induce a que los individuos muestren una mayor disposición a adquirir un vehículo híbrido. Finalmente, en la suma de observaciones solo el precio resultó ser un factor importante para elegir un vehículo híbrido.

Tabla 6.4. Resultado de los tratamientos 1, 2, 3 y general para vehículos híbridos

	<i>Tratamiento 1</i>	<i>Tratamiento 2</i>	<i>Tratamiento 3</i>	<i>Todos</i>
<i>Educación</i>	0.064 (0.317)	0.177 (0.155)	-0.078 (0.462)	0.047 (0.221)
<i>Edad</i>	0.104 (0.104)	0.129** (0.058)	-0.267** (0.129)	0.021 (0.058)
<i>Tiempo manejando</i>	-0.088 (0.101)	-0.091* (0.051)	0.416* (0.249)	-0.015 (0.053)
<i>Personas en hogar</i>	0.467 (0.349)	0.619* (0.361)	-0.649 (0.573)	-0.097 (0.270)
<i>Ingreso (ln)</i>	0.606 (0.599)	0.988 (0.942)	9.201*** (3.426)	0.766 (0.475)
<i>Razón: Ahorro</i>	0.65 (1.326)	-0.856 (1.123)	9.149** (4.397)	1.044 (1.208)
<i>Razón: Precio</i>	-0.453 (1.100)	-25.407 (0.000)	-3.078 (2.751)	-1.589* (0.864)
<i>Razón: M. Ambiente</i>	-0.082 (1.283)	0.685 (1.259)	3.069* (1.784)	-0.543 (1.037)
<i>VHE vs Contaminación</i>	-0.034 (0.796)	0.399 (0.749)	0.767 (1.350)	0.411 (0.446)
<i>Conciencia ambiental</i>		52.148*** (0.570)		
<i>Constante</i>	-4.945 (7.049)	14.410*** (3.399)	-8.965 (12.562)	-1.281 (4.209)
<i>Observaciones</i>	159	198	123	480
<i>Número de casos</i>	53	66	41	160
<i>Wald chi2(18)</i>	22.8	51609.2	57.79	23.21
<i>Prob > chi2</i>	0.1974	0.0000	0.0000	0.1825

Notas: La variable dependiente indica si el encuestado afirmó que elegiría un vehículo eléctrico, híbrido o de gasolina. *, ** y *** respectivamente denotan significancia a niveles de 10%, 5% y 1%. Los errores estándar se informan entre paréntesis.

Estos resultados de las Tablas 6.3 y 6.4 son acordes a los porcentajes de preferencias por los vehículos híbridos y eléctricos de la Tabla 6.2 y la Figura 6.2. Esto es, se observa un aumento en las preferencias por los vehículos eléctricos, y una disminución en las preferencias por los vehículos híbridos y a gasolina, al pasar del tratamiento 1 a los tratamientos 2 y 3.

El comportamiento de las preferencias, tal y como se observa en las Tablas 6.3 y 6.4, solo muestra la significancia de las variables. Los efectos netos se muestran en la Tabla 6.5, la cual reporta los efectos marginales promedio (en las medias de las variables independientes) de los tres tratamientos, mostrando cual es la probabilidad de elegir un carro eléctrico, híbrido o a gasolina si cambian dichas variables (nivel educativo, la edad, el tiempo manejando, el número de personas en el hogar, el ingreso, la perspectiva de ahorro, el precio, la razón ambiental y la consideración de que estos vehículos son importantes para mejorar la calidad del aire) en su media. En esta Tabla 6.5 es entonces posible observar la relevancia del modelo para explicar la elección de vehículos híbridos y eléctricos en todos los tratamientos, y para los vehículos a gasolina en el status quo, situación acorde a nuestras expectativas.

Tabla 6.5. *Márgenes a la media de las variables explicativas en el modelo para la elección de los vehículos eléctrico, híbridos y gasolina*

	<i>Tratamiento 1</i>	<i>Tratamiento 2</i>	<i>Tratamiento 3</i>	<i>Todos</i>
<i>Eléctrico</i>	0.3764*** (0.081)	0.6515*** (0.003)	0.6178*** (0.100)	0.5650*** (0.050)
<i>Gasolina</i>	0.1279** (0.058)	0.0000 (0.001)	0.0005 (0.001)	0.0734** (0.033)
<i>Híbrido</i>	0.4957*** (0.081)	0.3485*** (0.003)	0.3817*** (0.100)	0.3615*** (0.046)

Nota: Los términos 'Eléctrico', 'Gasolina' y 'Híbrido' indican el tipo de vehículo. *, ** y *** denotan significancia a niveles de 10%, 5% y 1% respectivamente. Los errores estándar (delta method) se informan entre paréntesis.

iii) Discusión de resultados

En general, en los resultados con respecto a los autos eléctricos muestran variabilidad en los coeficientes según el tratamiento, lo que sugiere que las preferencias pueden cambiar según las características presentadas en el proceso de elección. Hasta cierto punto esto es un resultado lógico tal y como se observa en trabajos previos que incorporan elementos de comportamiento del consumidor o pruebas de elección discreta. En este sentido coincide con

resultados reportados por Filippini et al. (2021); Boogen et al. (2022); Upadhyay and Kamble (2023); y Chakraborty and Chakravarty (2023).

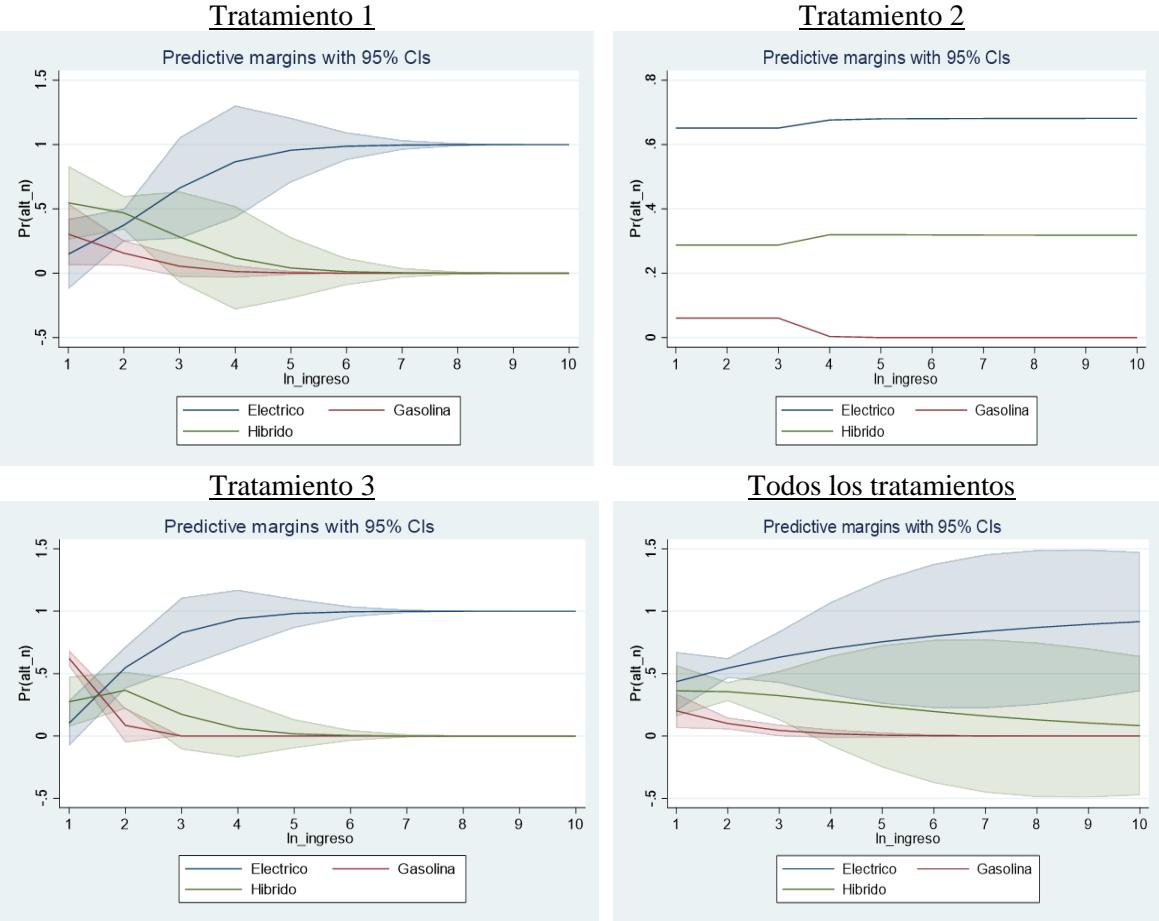
La evidencia empírica sugiere que la probabilidad de que los encuestados elijan la opción eléctrica es significativamente mayor si las personas cuentan con mayores ingresos, tal y como ocurre en este estudio, con excepción del tratamiento 2, Ver Kumar y Suchit (2021); Massimo (2022); y Huzaifa, et al. (2023). La edad, el tiempo manejando y el posible ahorro solo son importantes en el tratamiento 3, al igual que en estudios como los de Ghasri et al. (2019); Falbo et al. (2021); y Murtiningrum et al. (2022), mientras que la variable precio solo fue una razón de peso en el tratamiento 2, similar a Adhikari et al. (2020) y Pan and Dong (2023). En este tratamiento 2 también llama la atención un resultado aparentemente contradictorio, primero, dado el signo negativo del coeficiente, los individuos no consideran a los vehículos eléctricos como una opción importante para abatir la contaminación del aire, sin embargo, según la característica incluida en el DCA, al elegir el tipo de vehículo si consideran positivamente la característica denominada conciencia ambiental. Es decir, los consumidores aparentemente si buscan contribuir a una mejora en la calidad del aire, aunque los autos eléctricos quizás no sea la opción adecuada. Vale la pena destacar que la variable medio ambiente ha sido pocas veces incorporada tal y como se hace en este estudio, incorporándola como variable en las características a estudiar en el DCA y como variable de control en el modelo (ver Filippini et al. 2021; y Boogen et al. 2022).

En los autos híbridos, la evidencia sugiere que la probabilidad de que los encuestados elijan esta opción es significativamente mayor si las personas cuentan con mayores ingresos, resultado similar a Murtiningrum et al. (2022) y Singh et al. (2023); pero solo en el tratamiento 3. La preferencia por los autos híbridos, en el tratamiento 2, es mayor si se tiene más edad, pero en el tratamiento 3 esa preferencia cambia, es decir, a menor edad la preferencia aumenta. Más allá del signo del coeficiente, lo relevante es la significancia de esta variable, resultado similar a estudios previos (Ver Allcott 2013; Butt and Singh, 2023). Este mismo resultado, que es aparentemente contradictorio al pasar de un tratamiento a otro, ocurre con otra variable como el tiempo manejando, resultado que coincide con la evidencia empírica previa (Ver Ghasri et al., 2019; Falbo et al., 2021; y Murtiningrum et al., 2022). El tamaño de la familia es otro factor que induce a elegir este tipo de vehículos (según el

tratamiento 2), similar a estudios previos (Ver Filippini and Martínez-Cruz, 2016); así mismo el potencial ahorro y una posible motivación ambiental en los individuos (en el tratamiento 3), según se puede constatar en Briseño et al. (2021) y Upadhyay and Kamble (2023).

Al comparar la elección híbrida y la eléctrica con la opción a gasolina, por sus efectos marginales, se observa la significancia y la utilidad del modelo en sus tres tratamientos. De acuerdo a la literatura (ver Filippini et al. 2021; Boogen et al. 2022; Upadhyay and Kamble 2023; y Chakraborty and Chakravarty 2023), esta comparación es la más relevante e interesante dado el contexto sobre el que se calculan los efectos condicionales promedio (las medias de las variables explicativas) de cada tratamiento, ya que proporcionan información valiosa respecto a la elección de los vehículos híbridos y eléctricos sobre los de combustión interna. Al respecto, la Figura 6.3 da un poco de luz del efecto del ingreso sobre la elección de tipo de vehículo.

Figura 6.3. Efecto marginal del ingreso sobre la elección del tipo de vehículo



Fuente: Elaboración propia

Lo que se observa en la Figura 6.3, en general, es que conforme el ingreso aumenta o pasa de los deciles bajos a los altos, el pronóstico por la preferencia de los vehículos eléctricos es aumenta, de forma más nítida después del decil 3 y de forma estable a partir del decil 5. Una segunda observación es que en los tratamientos 1 y 3, en los deciles altos, o más en específico a partir del decil 5, no es posible diferenciar la influencia del ingreso para pronosticar la adopción por un vehículo híbrido o a gasolina, cuestión que cambia en el tratamiento 2 donde claramente por efecto del ingreso el automóvil híbrido es preferido sobre uno a gasolina, situación que también se observa al agrupar los datos de todos los tratamientos. Aunque quizás lo más interesante es observar son los deciles bajos, es decir, los deciles 1 y 2 donde claramente los cruces de las líneas (tratamientos 1 y 2) indican un cambio de preferencias. Esto es, a menor ingreso el auto menos preferido es el eléctrico, situación que cambia al pasar al decil 2 y superiores, salvo en el tratamiento 2. Incluso en el tratamiento 3, el más preferido por los individuos de ingreso bajo es el automóvil a gasolina.

En la Tabla 6.6 se observan con más detalle los efectos marginales de algunas de las variables de interés para el estudio. La tabla muestra el pronóstico de adoptar los tipos de vehículo ante un cambio en la variable señalada. Así, se corrobora que ante un aumento del ingreso la preferencia por autos a gasolina disminuye (ver status quo), mientras que sube la preferencia por los eléctricos (ver tratamiento 3). Pronosticar el efecto de cambios en el precio solo es significativo en el tratamiento 2, sin embargo, su efecto es cercano a cero. También, es significativo el pronóstico de adoptar autos eléctricos ante cambios en la percepción de su importancia para abatir la contaminación, pero solo en el tratamiento 1. Llama la atención que la nula significancia estadística de los cambios en las variables como la motivación ambiental, y el posible ahorro por adoptar un VHyE. En efecto, parece ser que estas variables no son relevantes para pronosticar la adopción de un vehículo ni eléctrico, tampoco híbrido. Llama la atención que, el pronóstico en el tratamiento 2 es poco relevante pues, aunque significativo en todos casos, es cercano a cero (los errores estándar que son tan pequeños que se señalan como cero). Quizás este resultado se deba a la construcción del modelo el cual mostro problemas de convergencia. Por otro lado, los resultados que agrupan todos los datos pudieran ser importantes, pero dado que involucran la combinación de todos los tratamientos

solo se consideran como un elemento informativo, sobre todo para verificar la significancia estadística de algún tratamiento y los signos reportados en cada tratamiento.

Tabla 6.6. Márgenes para pronosticar la elección de vehículos eléctrico, híbridos y gasolina ante cambios de algunas variables explicativas en el modelo DCA

		Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Todos
<i>Efecto marginal del Ingreso</i>	<i>Eléctrico</i>	0.277	0.000	0.476*	0.097
		0.212	0.000	0.274	0.105
	<i>Hibrido</i>	-0.154	0.000	-0.013	-0.019
		0.180	0.000	0.176	0.096
	<i>Gasolina</i>	-0.123*	0.000	-0.462	-0.078**
		0.071	0.000	0.313	0.039
<i>Efecto marginal de la motivación ambiental</i>	<i>Eléctrico</i>	0.081	0.000	0.000	-0.025
		0.173	0.000	0.231	0.131
	<i>Hibrido</i>	-0.071	0.000	0.108	-0.021
		0.180	0.000	0.213	0.125
	<i>Gasolina</i>	-0.010	0.000	-0.135	0.046
		0.140	0.000	0.093	0.082
<i>Efecto marginal del precio</i>	<i>Eléctrico</i>	0.200	0.000***	0.179	0.073
		0.183	0.000	0.213	0.121
	<i>Hibrido</i>	-0.202	0.000***	0.000	-0.174
		0.216	0.000	0.206	0.121
	<i>Gasolina</i>	0.002	0.000	0.106	0.102
		0.100	0.000	0.149	0.066
<i>Efecto marginal del ahorro</i>	<i>Eléctrico</i>	0.069	0.000	0.269	0.031
		0.194	0.000	0.316	0.134
	<i>Hibrido</i>	0.012	0.000	0.000	0.053
		0.197	0.000	0.232	0.112
	<i>Gasolina</i>	-0.082	0.000	0.000	-0.084
		0.146	0.000	0.327	0.101
<i>Efecto marginal de los VHE para abatir contaminación al aire</i>	<i>Eléctrico</i>	0.155*	0.000	0.000	0.227***
		0.089	0.000	0.121	0.076
	<i>Hibrido</i>	-0.124	0.000	-0.058	-0.147**
		0.101	0.000	0.100	0.064
	<i>Gasolina</i>	-0.031	0.000	0.000	-0.080**
		0.080	0.000	0.081	0.039

Nota: *, ** y *** denotan significancia al 10%, 5% y 1% respectivamente. Los errores estándar se informan entre paréntesis.

La otra pregunta interesante a responder, derivada de los resultados del modelo DCA, es ¿Qué pasaría en las preferencias por los vehículos ante un cambio en algunas variables

seleccionadas? ¿Se elegiría un híbrido o eléctrico, como alternativa, frente a uno a gasolina? Lo anterior se responde con la información que reporta la Tabla 6.7. Al parecer, se registran pocos cambios significativos a lo reportado en la Tabla 6.6. Esto es, se sigue observando que ante un aumento del ingreso la preferencia por autos eléctricos aumenta en el status quo (tratamiento 3), mientras que en el tratamiento 2 el efecto del precio sigue siendo el mismo, positivo en el caso de los vehículos eléctricos y negativo sobre los híbridos, aunque dicho efecto es cercano a cero.

Tabla 6.7. Márgenes para pronosticar la elección de vehículos híbridos y eléctricos sobre los de gasolina ante cambios de algunas variables explicativas en el modelo DCA

		Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Todos
<i>Efecto marginal del ingreso</i>	<i>Eléctrico</i>	0.277	0.000	0.476*	0.097
		0.212	0.000	0.274	0.105
	<i>Hibrido</i>	-0.154	0.000	-0.013	-0.019
		0.180	0.000	0.176	0.096
<i>Efecto de la motivación ambiental</i>	<i>Eléctrico</i>	0.081	0.000	0.027	-0.025
		0.173	0.000	0.231	0.131
	<i>Hibrido</i>	-0.071	0.000	0.108	-0.021
		0.180	0.000	0.213	0.125
<i>Efecto marginal del precio</i>	<i>Eléctrico</i>	0.200	0.000***	0.179	0.073
		0.183	0.000	0.213	0.121
	<i>Hibrido</i>	-0.202	0.000***	-0.285	-0.174
		0.216	0.000	0.206	0.121
<i>Efecto marginal del ahorro</i>	<i>Eléctrico</i>	0.069	0.000	0.269	0.031
		0.194	0.000	0.316	0.134
	<i>Hibrido</i>	0.012	0.000	0.161	0.053
		0.197	0.000	0.232	0.112

Nota: *, ** y *** denotan significancia al 10%, 5% y 1% respectivamente. Los errores estándar se informan entre paréntesis.

En suma, los resultados aquí reportados, pese a algunos problemas de convergencia, y a tener una base de datos poco consistente, pequeña y estadísticamente no representativa para lograr inferencias a toda la región de estudio, si es posible observar cierta consistencia con la evidencia empírica previa. Principalmente en variables como el ingreso, la edad y la conciencia ambiental de los individuos (Ver a Filippini et al. 2021; y Butt and Singh 2023). La diferencia fundamental frente a otros estudios es que, al medir la elección de vehículos a gasolina, híbrido y eléctricos, se centra en una variable que se puede identificar como una

medida de conciencia ambiental, la cual se incluye en el set de elección dentro del modelo de elección discreta, y luego se corrobora como variable explicativa, con la ventaja de haber revisado los resultados de otros estudios para con base en ello incluir las variables más relevantes en sus modelos. El resultado es revelador y va en línea con la evidencia empírica aquí mostrada.

El mercado de este tipo de vehículos es muy relevante, no solo a nivel regional y estatal, sino también a nivel nacional y externo, pues como se mostró en este trabajo, tiene un dinamismo muy elevado en sus ventas, mucho mayor que el de los vehículos a gasolina, impulsado en parte por la alarmante preocupación de la contaminación al aire. Específicamente la zona metropolitana de Saltillo, Arteaga, y Ramos Arizpe ha estado sometida a una serie de episodios críticos. La duda de saber si los habitantes de esta zona metropolitana creen que los VHyE podría ayudar a disminuir esta contaminación es una pregunta básica que se ha respondido y con ella se ha respondido la hipótesis formulada al inicio de trabajo. En efecto, con base en las respuestas de las personas encuestadas se infiere que esta variable es poco importante o estadísticamente poco significativa, salvo si se les explica o se da información antes de contestar a las preguntas clave. El diseño del modelo DCA y la encuesta permiten hacer esta diferencia, complementando el modelo con variables de control (centro de carga, precio, educación, ingreso, y edad, principalmente) que según la evidencia empírica hacen sentido a la hora de elegir un VHyE.

Finalmente, si bien del conjunto de variables que se incluyen en el modelo no todas resultaron significativas, o tal y como se esperaba, este es un hecho que obliga a repensar la forma de cómo se implementó el estudio, y con ello se abre también la oportunidad de profundizar en un análisis más extenso en su cobertura geográfica y en la representatividad de la muestra. Ciertamente, esta es la primera aproximación al fenómeno que representa la adopción de los VHyE en la ZM_SARA y en Coahuila, y es uno de los pocos estudios que existen en México. Pero, este es solo el inicio de una agenda muy relevante y que puede ser muy amplia, dada la importancia del tema.

Capítulo VIII Conclusiones

Si bien sigue siendo difícil desentrañar los canales exactos y aislar las fallas del mercado y las anomalías conductuales que pueden estar en juego para determinar la elección de los encuestados después de haber sido expuestos a los tres tratamientos, podemos proporcionar algunas estadísticas que arrojan algo de luz sobre los posibles mecanismos. Es probable que los empujones informativos tengan efectos en diferentes subgrupos de la población. Los resultados de este trabajo sugieren que estos efectos pueden ser particularmente fuertes para algunos segmentos.

La pregunta central del estudio: ¿Cuáles son los factores que determinan la adopción de vehículos híbridos y eléctricos (VHyE) en México y cuál podría ser una estrategia para impulsar este tipo de vehículos?, podemos responder con elementos que se derivan de este estudio que muestran que factores como el precio elevado, la escasez de estaciones de carga geográficamente distantes influyen negativamente, o al menos bajo ciertos tratamientos o condiciones resultan estadísticamente insignificantes. Por otra parte, al proporcionar información relacionada a la contaminación al aire, y que de alguna manera es asociada con la conciencia ambiental, la preferencia por los vehículos eléctricos aumenta, superando a los híbridos y a los vehículos a gasolina.

Esto responde a la pregunta central, y a la hipótesis planteada al inicio del estudio: *Debido a que en la actualidad el precio de los VHyE es elevado, la duración de las baterías es limitada y las estaciones de carga son escasas y geográficamente distanciadas, el nivel de preferencias no es suficientemente alto. Por otro lado, la conciencia ambiental del consumidor no es estadísticamente significativa para impulsar este tipo de vehículos, siendo más relevante lo barato que podría resultar su adopción/uso o el costo de viaje.*

Los resultados, a partir de un sondeo que se realizó en la zona metropolitana de las ciudades de Saltillo, Arteaga y Ramos Arizpe, revelan que, al proporcionar información a las personas encuestadas sobre la calidad del aire (frente a un escenario base o status quo), influye positivamente en la elección por los vehículos híbridos y eléctricos, que bajo ciertas condiciones y controlando por algunos factores socioeconómicos como el ingreso, los individuos prefieren en mayor medida los vehículos eléctricos. Estos resultados sugieren que

la conciencia ambiental podría jugar un rol importante bajo ciertos contextos informativos, sin embargo, la significancia estadística parece reflejarse en un tamaño reducido de sus coeficientes (y algunos casos no mostrar ninguna significancia). La evidencia empírica en este sentido tampoco es concluyente, algunos estudios han encontrado a la variable ambiental como un factor relevante para explicar la adopción de los VHyE, pero en otros no ha sido relevante. Este trabajo, va acorde a esta línea o resultado general antes descrito. Sin embargo, también es claro que estudios como este, el cual sido solo un sondeo sin representatividad estadística para hacer inferencias a toda la región, se deben perfeccionar y mejorar, preferiblemente integrando una zona geográfica más extensa y con un modelo mejorado que incluya quizás una serie de nuevas variables y escenarios de análisis.

En general, el objetivo del estudio se cumplió en su primera parte, *explorar los factores ambientales que determinan la adopción de vehículos híbridos y eléctricos (VHyE)*, sin embargo la segunda: *identificar barreras que podrían ralentizar su adopción en la zona metropolitana de Saltillo, Arteaga y Ramos Arizpe (ZM_SARA)*, dadas las limitaciones en tiempo y en recursos, se cumplió pero solo parcialmente. Esto sin embargo remarca la importancia de tener un estudio más amplio, que no solo permita identificar los factores ambientales y económicos, sino que en un análisis más completo permita orientar los factores de política económica que limitan o impulsan la adopción de estos vehículos.

Bibliografía

1. ACCW, 2023. Índice de calidad del aire de Saltillo.
2. AEMA, 2020. Emisiones por fuentes móviles.
3. Allcott H. & Knittel C., 2019. Are Consumers Poorly Informed about Fuel Economy? Evidence from Two Experiments.
4. Allcott, H., 2013. The Welfare Effects of Misperceived Product Costs: Data and Calibrations from the Automobile Market. *Am. Econ. J.: Economic Policy* 5 (3), 30–66.
5. AMIA, 2022. Estadísticas: Ventas de vehículos eléctricos.
6. AMIA, 2023. Recomendaciones para una política nacional de electromovilidad.
7. AMIA, 2024. Diálogo Automotriz, mayo 2024. <https://dialogoautomotriz.com.mx/wp-content/uploads/2024/05/Dialogo-Automotriz-2024.pdf>, pp. 4-42.
8. AQI.in, 2024. AQI: Real-time Air Quality Index | Air Pollution Level [WWW Document]. URL <https://www.aqi.in/> (accessed 5.21.24)
9. Bansal & Kumar N., 2022. Willingness to Pay and Attitudinal Preferences of Indian Consumers for Electric Vehicles.
10. Bator, 1958. The Anatomy of Market Failure. *Quarterly Journal of Economics* 72 (3). pp. 351-79.
11. Becker.G, 1991. A treatise on the family
12. Boogena N., Daminato C., Obrist A., 2022. Can information about energy costs affect consumer's choices? Evidence from a field experiment.
13. Briseño, H., Ramirez-Nafarrate, A., Araz, O.M., 2021. A multivariate analysis of hybrid and electric vehicles sales in Mexico. *Socio-Economic Planning Sciences* 76, 100957. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100957>
14. Canaco servyitur Saltillo, 2023. Impulsa industria automotriz exportación de Coahuila: Ceecs.
15. CFE,2024. Principales beneficios de las electrolíneas, económicos.
16. COP28, 2023. La 28a Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Dubai (Emiratos Árabes Unidos).
17. Coast, J. & Horrocks, S., 2007. Developing attributes and levels for discrete choice experiments using qualitative methods, *Health Economics*, 16(8), pp. 855-865. doi: 10.1002/hec.1144

18. Darmawan & Wong, 2021. The adoption of electric motorcycles: A survey of public perception in Indonesia.
19. Data México: Saltillo, 2020. Secretaria de economía.
20. Davila, A., 2001. Matriz de insumo-producto de la economía de Coahuila e identificación de sus flujos intersectoriales más importantes.
21. Echeverría, A.K.G., 2020. Historia de la Industria Automotriz en México y Sus Modelos Productivos de 1995 A 2008.
22. Ernst & Young, 2023. EY Mobility Consumer Index (MCI) 2023 study.
23. Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, 2020. Diario oficial de la federación.
24. Falbo P., Ferrari G., Rizzini G., Schmeck D., 2020. Optimal switch from a fossil-fueled to an electric Vehicle.
25. Ferrari, L., 2019. El mito de las energías limpias y del coche eléctrico no contaminante.
26. Filippini M. & Kumar N., 2022. Determinants to the adoption of energy-efficient retrofits and the role of policy measures.
27. Filippini M., Wekhof T., 2021. The effect of culture on energy efficient vehicle ownership.
28. Filippini, M., Kumar, N., Srinivasan, S., 2021. Nudging adoption of electric vehicles: Evidence from an information-based intervention in Nepal. Transportation Research Part D: Transport and Environment 97, 102951. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102951>
29. García, A., 2020. Historia de la Industria Automotriz en México y Sus Modelos Productivos de 1925 A 2008.
30. Global EV Outlook, 2023. International energy agency.
31. Gob. de Coahuila, 2024. Coahuila es líder nacional en exportaciones. <https://coahuila.gob.mx/noticias/index/coahuila-es-lider-nacional-en-exportaciones-30-06-24>
32. Gob. de México, 2020. Comercio exterior. Secretaría de Economía, pp. 805-810. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/253465/II-ComercioExterior agosto2017.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/253465/II-ComercioExterior_agosto2017.pdf)
33. Gómez. R., 2002. El mito de la neutralidad valorativa en la economía neoliberal.
34. González, D., 2023. Huella de Carbono de un coche eléctrico.

35. Hernandez, E., 2023. Ramos Arizpe quiere ser el epicentro de la producción de vehículos eléctricos en México.
36. Hole, A.R., 2007. Fitting mixed logit models by using maximum simulated likelihood. *The Stata Journal* 7. 388–401.
37. Huzaifa M. & Govind J., 2023. Factors affecting electric vehicle acceptance, energy demand and CO2 emissions in Pakistan.
38. IDEAM, 2007. Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio.
39. IMPLAN, 2021. INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE SALTILLO. AÑO BASE 2016.
40. INECC, 2021. Informe de calidad del aire.
41. INECC, 2022. contribución determinada a nivel nacional.
42. INEGI, 2020a. Vehículos de Motor Registrados en Circulación.
43. INEGI, 2020b. Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 2020.
44. INEGI, 2022. Estadísticas a propósito de la Industria automotriz.
45. INEGI, 2022a. Estadísticas a propósito de la Industria automotriz.
46. INEGI, 2022b. Registro administrativo de la industria automotriz de vehículos ligeros.
47. INEGI, 2023. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares Estacional (ENIGH) 2022.
48. INEGI, 2024. Registro administrativo de la industria automotriz de vehículos ligeros, Venta de vehículo híbridos y eléctricos por entidad federativa.
49. International energy agency, 2023. Global EV Outlook.
50. IPCC, 2018. Global Warming of 1.5 C.
51. Islam T., 2019. El fracaso del mercado: Razones y sus Realizaciones.
52. Jiping L. Zhihong J., Zhihong z., 2020. Analysis of Rapid Demand Variation in Electric Vehicle Industry based on Innovation Diffusion Theory.
53. Linares, P., Labandeira, X., 2010. ENERGY EFFICIENCY: ECONOMICS AND POLICY. *Journal of Economic Surveys* 24, 573–592.
54. Llamas, P.L., 1990. EFICIENCIA ENERGÉTICA Y MEDIO AMBIENTE. * Instituto de Investigación Tecnológica, Universidad Pontificia Comillas.

55. Long Z. & Axsen J., 2022. Who will use new mobility technologies? Exploring demand for shared, electric, and automated vehicles in three Canadian metropolitan regions.
56. Manriquez, N., 2018. Racionalidad y prácticas económicas alternativas: aproximaciones desde la economía solidaria.
57. México Industry, 2020. Coahuila, el mayor productor de autopartes y segundo en vehículos
58. Miranda, A.V., 2007. La industria automotriz en México: Antecedentes, situación actual y perspectivas. *Contaduría y administración* 209–246.
59. Orro, A., 2005. Modelos de elección discreta en transportes con coeficientes aleatorios. 198-220
60. Peng X. and Qinghong W., 219. Environmental Impact Analysis of the Whole Life Cycle of Pure Electric Vehicles.
61. Ponce. A., 2024. “Obtiene Coahuila 2do lugar en exportación”. *El Diario de Coahuila*, 30 de septiembre del 224.
62. Potoglou, D., Kanaroglou, P.S., 2007. Household demand and willingness to pay for clean vehicles. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 12, 264–274. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2007.03.001>
63. Regett, A.S., 2018. Huella de carbono de los vehículos eléctricos: un llamado a una mayor objetividad.
64. Revelt, D, and K. Train., 2001 “Customer-Specific Taste Parameters and Mixed Logit: Households’ Choice of Electricity Supplier. ”*Econometrics* No. 0012001, Econ WPA, Jan.
65. Rubinstein, A., 2006. *Lecture Notes in Microeconomic Theory: The Economic Agent*
66. Santiago, 2023. Coahuila: llegada de Tesla impulsará mayor crecimiento de Región Sureste.
67. SEC, 2023. Coahuila es segundo lugar nacional en exportaciones: MARS.
68. Secretaria de economía de Coahuila, 2023. Industria automotriz.
69. Secretaria de economía, 2020. *Data México: Saltillo*.
70. SEMARNAT, 2022. *Informe del Medio Ambiente*.
71. Sica L. & Deflorio F., 2023. Estimation of charging demand for electric vehicles by discrete choice models and numerical simulations: Application to a case study in Turin.

72. Sierzchula, W., Bakker, S., Maat, K., Van Wee, B., 2014. The influence of financial incentives and other socio-economic factors on electric vehicle adoption. *Energy Policy* 68, 183–194. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.01.043>
73. Silva, B., 2023. Coahuila: Un referente en inversiones de la industria automotriz.
74. Simon, H., 1955. “A behaviorial model of rational choice”. *The Quarterly Journal of Economics*, pp.99-118.
75. Stanescu, A., 2020. Verificación de datos: cómo los vehículos eléctricos ayudan a abordar el cambio climático.
76. The Weather Channel, 2024. collided del aired para Saltillo, Coahuila de Zaragoza - The Weather Channel | weather.com [WWW Document].
77. Train, K., 2003. *Discrete Choice Methods with Simulation*, volume Second Edition. Cambridge University Press.
78. Ulsa, H., 2023. Gasto en gasolina se ha incrementado en México: ¿Cuánto pagas más en los últimos dos años? – *El Financiero* [WWW Document]. URL
79. Upadhyay, N., Kamble, A., 2023. Examining Indian consumer pro-environment purchase intention of electric vehicles: Perspective of stimulus-organism-response. *Technological Forecasting and Social Change* 189, 122344. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122344>
80. Vázquez., G., 2020. Coahuila, el mayor productor de autopartes y segundo en vehículos.
81. Wee S., Coffman M, La croix S., 2018. Do electric vehicle incentives matter? Evidence from the 50 U.S. states
82. *World Energy Outlook*, 2023. International energy agency.
83. Yates, F. 1937. The design and analysis of factorial experiments, *The Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)*, 100(2), pp. 151-190. doi: 10.2307/2981349.
84. Yeh, S., 2007. An empirical analysis on the adoption of alternative fuel vehicles: The case of natural gas vehicles. *Energy Policy* 35, 5865–5875. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.06.012>
85. Yu Z., Li S., Tong L. 2020. Market Dynamics and Indirect Network Effects in Zero Emissions Objective, 2020. ¿cuántas emisiones de co2 genera el sector del automóvil?

86. Zhang, Y., Yu, Y., Zou, B., 2011. Analyzing public awareness and acceptance of alternative fuel vehicles in China: The case of EV. *Energy Policy* 39, 7015–7024.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.07.055>

ANEXOS

5.A: CAPITULO V

Cuestionario para sondear el mercado de Vehículos Híbridos y Eléctricos

Este cuestionario se aplica con fines académicos por la Universidad Autónoma de Coahuila, buscando conocer su nivel de conocimiento de algunos aspectos del mercado de los vehículos híbridos y/o eléctricos (VHE). Le agradecería respondiera las siguientes preguntas.

Fecha: _____ Lugar de la entrevista (dirección): _____

I. Antecedentes

1. ¿Es dueño de algún vehículo? Sí _____ No _____
 - 1.1. A lo largo de los años, en total ¿Cuántos vehículos ha tenido? _____
 - 1.2. Marca, modelo y año de su carro actual (o el más nuevo) _____
2. ¿Cuál es su edad? _____ años
3. ¿Cuántos años tiene de manejando? _____
4. ¿Alguien en su hogar utiliza transporte público? Sí _____ No _____
 - 4.1. En caso que sí. ¿Cuánto gasta al mes? (...en transporte público) \$ _____
5. ¿Le gustaría comprar un VHE? Sí _____ No _____ No se: _____
6. ¿Estado Civil?
 - 6.1. Soltero _____ Casado _____ Unión libre _____ Viudo _____ Divorciado _____
7. ¿Vive en Saltillo: _____, Arteaga: _____ o Ramos Arizpe: _____?
 - 7.1. Colonia: _____
8. ¿Cuántas personas viven en su casa? _____
9. Indique su último grado de estudios
 - 9.1. Primaria _____ Secundaria _____ Prepa _____ Licenciatura _____ Posgrado _____

Tratamiento 1: PRECIO, CARACTERISTICAS (Ahorro y Autonomía)

Tratamiento 2: PRECIO, CARACTERISTICAS (Ahorro y Autonomía), **CON FIGURA** Calidad d Aire

Tratamiento 3: Tratamiento 1, CON EXPLICACION DE CONTAMINACION... Observe los datos de contaminación del aire en Saltillo, Arteaga y Ramos Arizpe...

MARCAR LAS ELECCIONES DEL ENTREVISTADO

Tratamiento 1: Ahorro y Autonomía	Eléctrico	Choice =
	Hibrido	Choice =
	Gasolina	Choice =
Tratamiento 2: Ahorro y Autonomía, y Figura de Calidad del aire	Eléctrico	Choice =
	Hibrido	Choice =
	Gasolina	Choice =
	Eléctrico	Choice =
	Hibrido	Choice =
	Gasolina	Choice =
Tratamiento 3: Tiramiento 1 + una explicación, con datos, de la contaminación del aire en la ZM_SARA	Eléctrico	Choice =
	Hibrido	Choice =
	Gasolina	Choice =

II. Preguntas sobre los atributos de los VHE

10. ¿Tiene celdas solares en su casa? Sí _____ No _____
11. ¿Ha manejado un vehículo híbrido o eléctrico? Sí _____ No _____
- 11.1. ¿Cómo fue su experiencia? Buena _____ Regular _____ Mala _____
12. **En general ¿le gusta experimentar tecnologías nuevas** como esta? Sí _____ No _____
13. ¿Cuál considera es la característica más **atractiva** de los VHE?
14. ¿Cuál considera es la característica más **negativa** de los VHE?
15. ¿Cuál sería su razón (personal) más importante para **adquirir** un vehículo **híbrido/eléctrico**?
16. ¿Qué tan buena alternativa son los VHE para reducir la contaminación ambiental?
Muy mala _____ Mala _____ No se _____ Buena _____ Muy buena _____
17. Al 2030 ¿Qué cambios le gustaría ver en el mercado de los VHE? Enumere 1 al 7
- 17.1. **Precio más Bajo** de los vehículos H/E: _____
- 17.2. **Mayor Diversidad** de autos (más modelos): _____
- 17.3. **Más Apoyo del gobierno** (subsidios, menos impuestos): _____
- 17.4. **Mayor Duración de la batería**: _____
- 17.5. **Más Estaciones de carga**: (carga rápida) _____
- 17.6. **Más Mecánicos** especializados (más talleres): _____
- 17.7. **Mayor abasto de Autopartes** (baterías, etc.): _____
18. HOY día ¿Qué factor urge mejorar (duración de baterías, más centros de carga, mejores accesorios, subsidios del gobierno, etc.) para adquirir un VHE? (**solo uno**)
19. Si tuviera la oportunidad de poder comprar un VHE ¿Cuál elegiría? Híbrido _____
Eléctrico _____
20. ¿Compraría un VHE *solo por experimentar la nueva tecnología*? Sí _____ No _____

III. Personal

21. Actualmente ¿Cuántos vehículos hay en su hogar? En total _____
22. ¿Ha tomado alguna platica o curso para manejar sus finanzas personales? Sí _____ No _____
23. ¿Maneja alguna tarjeta de crédito? Sí _____ No _____
24. Considerando **todas sus fuentes/personas** ¿Cuál es el ingreso mensual en su hogar?
- 24.1. 0 a 8mil _____
- 24.2. 8001 a 10.5mil _____
- 24.3. 10,501 a 13mil _____
- 24.4. 13,001 a 15mil _____
- 24.5. 15,001 a 18mil _____
- 24.6. 18,001 a 21mil _____
- 24.7. 21,001 a 24mil _____
- 24.8. 24,001 a 30mil _____
- 24.9. 30,001 a 40mil _____
- 24.10. más de 40mil _____

5.B: CAPITULO V

ÁMBITO INDUSTRIA: VENTAS

(Referencia: ___/___/___)

(ENTREVISTA A PROFUNDIDAD A GERENTES DE VENTAS/DISTRIBUCIÓN DE VHyE)










LUGAR Y FECHA: _____

¿Ha participado en proyectos relacionados con la venta/distribución de VHyE? Sí ___ No

- 1.1. En caso que sí, ¿Podría platicarnos un poco al respecto? (ABIERTA)
2. ¿Considera importante impulsar la venta de VHyE? Sí ___ No ___
3. Actualmente ¿Cuáles son los modelos VHyE que ofrece su empresa?
 - 3.1. ¿Qué características tienen su **VHyE insignia** frente a la competencia? (Precio, rendimiento (costo de viaje: \$/km), mantenimiento, servicios, etc.) (ABIERTA)
 - 3.1.1. Al año 2030 ¿cuánto cree bajará el precio de venta de ese vehículo insignia? ___%
 - 3.1.2. Al año 2030 ¿cuál piensa que será el rendimiento de ese vehículo insignia?
 - 3.1.3. Al 2030 ¿considera factible que pueda bajar el precio (real: descontando la inflación) del vehículo competencia a gasolina? Sí ___ No ___
 - 3.1.3.1. Si la respuesta fue positiva. ¿Cuánto considera podría bajar el precio? ___%
4. ¿Cuál es la población de interés para sondear las ventas de los VHyE? (ABIERTA)
5. ¿Considera necesario aplicar incentivos que para impulsar las ventas de VHyE? Sí ___ No ___
 - 5.1. En caso que sí, ¿Podría platicarnos un poco al respecto? (ABIERTA)
 - 5.2. ¿Qué incentivo le gustaría ver aplicado en el mercado? (ABIERTA)
6. ¿Cuáles son los principales retos que enfrenta la industria en el mercado de los VHyE? (ABIERTA)
7. ¿Cuáles son los planes de su empresa para aumentar la distribución/ventas de VHyE? (ABIERTA)
8. ¿Cuál es su pronóstico de la cuota de mercado (¿%) de VHyE en México al 2030? (ABIERTA)

5.C: CAPITULO V

Tratamiento 1: CHOICE SET

	<u>Eléctrico</u>	<u>Hibrido</u>	<u>Gasolina</u>
<p>PRECIO (promedio de modelos similares)</p>	<p>\$757,800 Crédito: 10% anual, Enganche 300 mil 4 años: \$15 mil/Mes</p> 	<p>\$976,778 Crédito: 10% anual, Enganche 391 mil 4 años: \$20 mil/Mes</p> 	<p>\$665,324 Crédito: 10% anual, Enganche 266 mil 4 años: \$13,800/Mes</p> 
<p>Características AHORRO (GASTO total \$/Km: Combustible, mantenimiento, tenencia, seguro, etc.) y AUTONOMÍA (Rendimiento por carga o por tanque)</p>	  <p>0.72 PESOS/km 400 km X Carga</p>	  <p>2.48 PESOS/km 600 km X Carga</p>	  <p>4.25 PESOS/km 800 km X Tanque</p>
<p>SU OPCIÓN</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tratamiento 2 CHOICE SET

	<u>Eléctrico</u>	<u>Hibrido</u>	<u>Gasolina</u>
<p><u>PRECIO</u> (promedio de modelos similares)</p>	<p>\$757,800 Crédito: 10% anual, Enganche 300 mil 4 años: \$15 mil/Mes</p> 	<p>\$976,778 Crédito: 10% anual, Enganche 391 mil 4 años: \$20 mil/Mes</p> 	<p>\$665,324 Crédito: 10% anual, Enganche 266 mil 4 años: \$13,800/Mes</p> 
<p><u>Características</u> <u>AHORRO</u> (GASTO total \$/Km: Combustible, mantenimiento, tenencia, seguro, etc.) y <u>AUTONOMÍA</u> (Rendimiento por carga o por tanque)</p>	 <p>0.72 PESOS/km 400 km X Carga</p>	 <p>2.48 PESOS/km 600 km X Carga</p>	 <p>4.25 PESOS/km 800 km X Tanque</p>
<p><u>Contaminación DEL AIRE</u></p>			
<p>SU OPCIÓN</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	<u>Eléctrico</u>	<u>Hibrido</u>	<u>Gasolina</u>
<u>PRECIO</u> (promedio de modelos similares)	<p>\$757,800 Crédito: 10% anual, Enganche 300 mil 4 años: \$15 mil/Mes</p> 	<p>\$976,778 Crédito: 10% anual, Enganche 391 mil 4 años: \$20 mil/Mes</p> 	<p>\$665,324 Crédito: 10% anual, Enganche 266 mil 4 años: \$13,800/Mes</p> 
<u>Características</u> <u>AHORRO</u> (GASTO total \$/Km: Combustible, mantenimiento, tenencia, seguro, etc.) y <u>AUTONOMÍA</u> (Rendimiento por carga o por tanque)	 <p>0.72 PESOS/km 400 km X Carga</p>	 <p>2.48 PESOS/km 600 km X Carga</p>	 <p>4.25 PESOS/km 800 km X Tanque</p>
<u>Contaminación DEL AIRE</u>			
<u>SU OPCIÓN</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

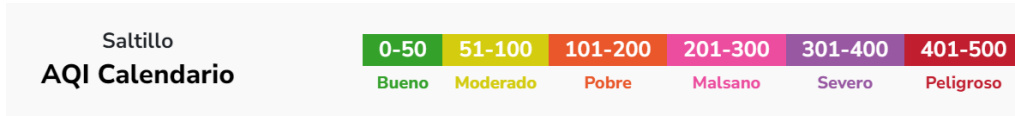
Tratamiento 3

CHOICE SET

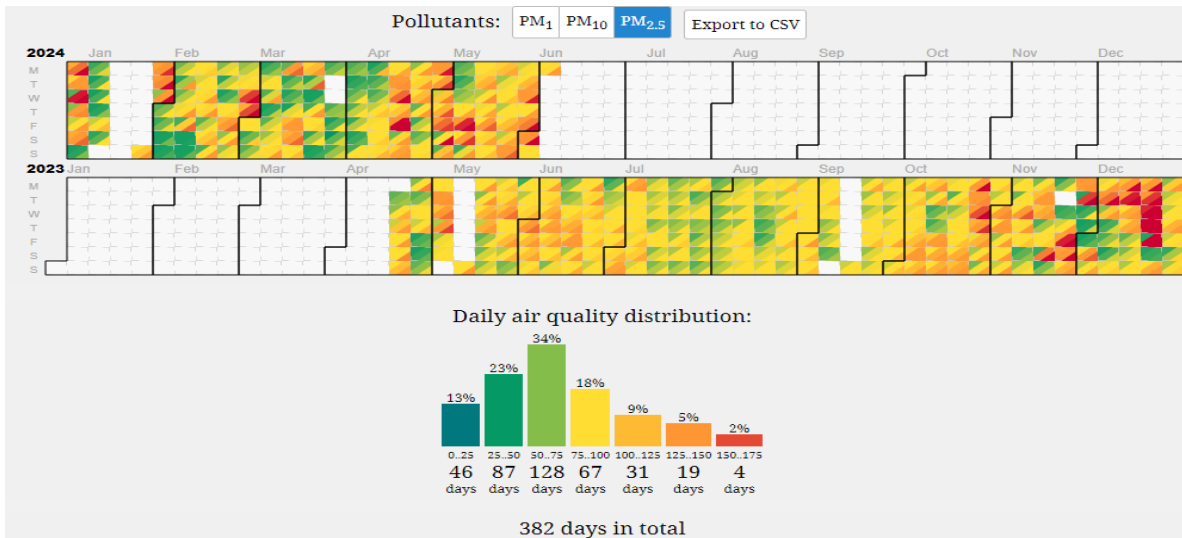
	<u>Eléctrico</u>	<u>Hibrido</u>	<u>Gasolina</u>
<p>PRECIO (promedio de modelos similares)</p>	<p>\$757,800 Crédito: 10% anual, Enganche 300 mil 4 años: \$15 mil/Mes</p> 	<p>\$976,778 Crédito: 10% anual, Enganche 391 mil 4 años: \$20 mil/Mes</p> 	<p>\$665,324 Crédito: 10% anual, Enganche 266 mil 4 años: \$13,800/Mes</p> 
<p>Características AHORRO (GASTO total \$/Km: Combustible, mantenimiento, tenencia, seguro, etc.) y AUTONOMÍA (Rendimiento por carga o por tanque)</p>	  <p>0.72 PESOS/km 400 km X Carga</p>	  <p>2.48 PESOS/km 600 km X Carga</p>	 <p>4.25 PESOS/km 800 km X Tanque</p>
<p>SU OPCIÓN</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5.D: CAPITULO V

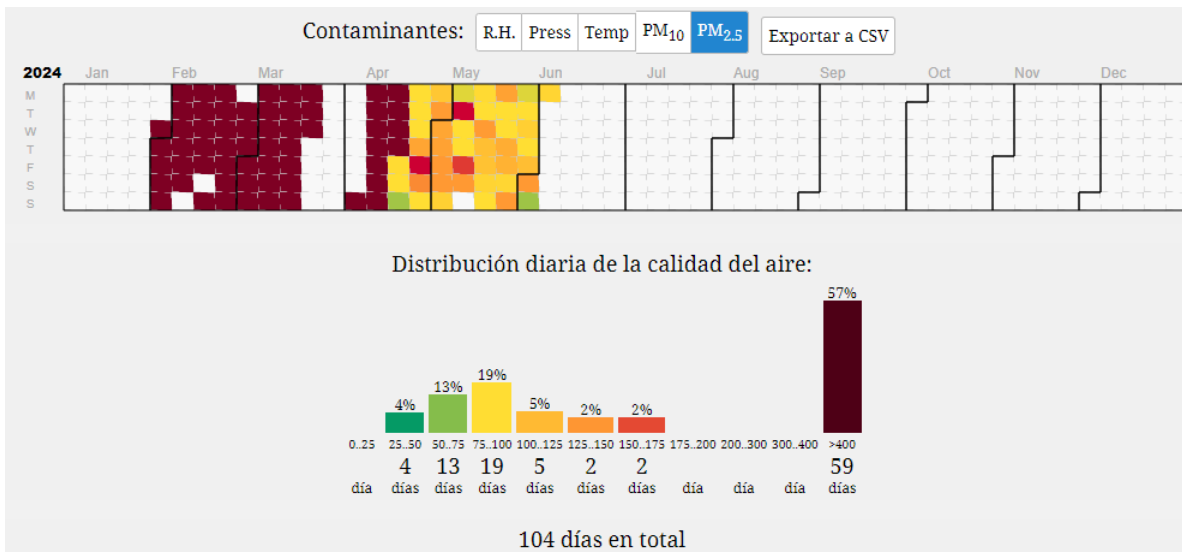
CONTAMINACION DEL AIRE EN SALTILLO - ARTEAGA – RAMOS ARIZPE: 2024



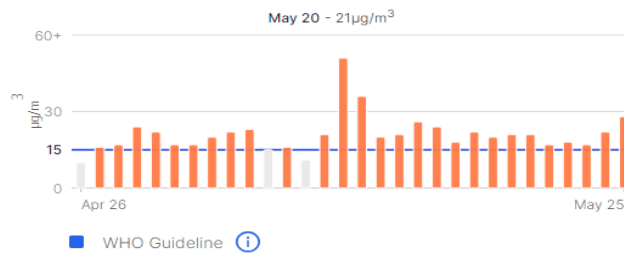
SALTILLO



RAMOS ARIZPE



Short Term Exposure - PM_{2.5}



27/30 Days in which the exposure is above the recommended WHO daily guideline (15µg/m³)

Long Term Exposure - PM_{2.5}



VANGUARDIA

VanguardiaMx (844) 256-0929

36 páginas en 6 se

REVELA ANÁLISIS EN EL ÚLTIMO MES

SALTILLO, EN TOP 10 DE CIUDADES CONTAMINADAS

El académico Alejandro Dávila exhibe contaminantes

ALONSO FLORES RAMÍREZ

Saltillo se encuentra entre las 10 ciudades más contaminadas de México, al considerar solo las 17 zonas metropolitanas que superan el millón de habitantes, se reveló en un análisis de los datos de la plataforma Breezometer.

En un ejercicio realizado por el académico de la Universidad Autónoma de Coahuila (UAdeC), Alejandro Dávila Flores y que compartió en sus redes sociales, se mostró la capital coahuilense estuvo entre las que más cantidad de partículas contaminantes registraron el pasado miércoles 29 de mayo.

La plataforma Breezometer -utilizada por Google y los sistemas IOS como referencia para la calidad del aire- publica cantidades de 2.5 y 10 micras, niveles que Dávila Flores comparó con las principales ciudades mexicanas.

De acuerdo con Juan Carlos Loyola Licea, jefe del departamento de metalmecánica del Tecnológico Nacional de México, campus Saltillo, la contaminación por este tipo de partículas es peligrosa.

En cuanto a las partículas PM 10, la capital coahuilense registró 64 microgramos por metro cúbico de aire, cifra superior a lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y con la que ocupó el séptimo lugar.

Respecto a las partículas PM 2.5, Saltillo acumuló 22 microgramos por metro cúbico de aire, con lo que se colocó en el puesto nueve.

La Laguna, la otra ciudad coahuilense entre las que superan el millón de habitantes, aparece en la última posición al evaluar las mediciones, al tener mejores índices en la calidad del aire.

Se superan los límites permitidos en las partículas PM2.5 y PM10

Expertos consideran estas partículas como muy peligrosas

LAS CIUDADES MÁS SUCIAS

Estas son las localidades, excluyendo CDMX, Guadalajara y Monterrey, con más índices de polución en los últimos 30 días en promedio:

CON MÁS PARTÍCULAS PM 10

Ciudad	Microgramos por m3 de aire
> Toluca	112
> SLP	96
> Querétaro	80
> Puebla-Tlaxcala	78
> León	74
> Cuernavaca	65
> Saltillo	64
> Aguascalientes	62
> Chihuahua	55

CON MÁS PARTÍCULAS PM2.5

Ciudad	Microgramos por m3 de aire
> Toluca	56
> Aguascalientes	45
> SLP	42
> Puebla-Tlaxcala	39
> Querétaro	34
> León	32
> Cuernavaca	29
> Juárez	24
> Saltillo	22

NIVELES POR ENCIMA DE LO PERMITIDO POR LA OMS

En un ejercicio también realizado por Dávila Flores, se observó que los niveles de contaminación detectados por la plataforma Breezometer en Saltillo rebasan la recomendación de la OMS por exposición a partículas de 2.5 micras.

Según lo medido por la herramienta utilizada por Google y los sistemas IOS, la capital coahuilense tiene una exposición mensual de 11 microgramos por metro cúbico

co a partículas de 2.5 PM. Sin embargo las 'Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire' determinan que las localidades urbanas y no urbanas deben tener un promedio anual de exposición de 5 microgramos por metro cúbico.

Las directrices indican que la exposición diaria no debe rebasar los 15 microgramos por metro cúbico, marca que se ha superado en Saltillo en cuatro de los últimos 30 días.

PRIMER PLANO 2

SE INCENDIA T ENCONTRONAZ



ARRANCAN TRABAJO PROYECTOS EN

PRIMER

77 DE 151

DÍAS DE 2024 CON CALIDAD MALA A EXTREMADAMENTE MALA

PARA INFO DE HOY SÍGUENOS EN VANGUARDIAMX

¿CÓMO ESTUVO AYER LA CALIDAD DEL AIRE EN SALTILLO?

MALA (4 HORAS)



CONSENTIRÁN COMERCIOS A VOTANTES EN SALTILLO

MI CIUDAD