



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES

**TRANSICIÓN ENERGÉTICA DE LA
INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN
ESTADOS UNIDOS DE 2010 A 2020**

T E S I S

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN RELACIONES INTERNACIONALES**

PRESENTA

GUILLERMO PANTOJA REYES

DIRECTOR DE TESIS

MTRO. MARCO ANTONIO LOPATEGUI TORRES



CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer la culminación de este trabajo a los pilares fundamentales de mi vida, mis padres Susana y Guillermo, ya que es gracias a ustedes que podemos celebrar este logro. Mamá, gracias por haber estado conmigo durante todos estos años, dándome las palabras de aliento necesarias para nunca rendirme y seguir adelante con cada obstáculo que se ponía de frente, también te agradezco por escucharme, apoyarme y sobre todo, por brindarme las herramientas necesarias para desarrollarme personalmente como la maestra de vida que has sido siempre para mí. Papá, gracias a ti por aconsejarme y compartir de tu experiencia durante todos estos años, por escucharme y permitirme encontrar diversos puntos de vista a lo largo de las múltiples charlas que tuvimos, así como por acompañarme durante las madrugadas en camino hacia la escuela y por siempre apoyar mis decisiones de manera incondicional. No tengo manera de expresar todo mi agradecimiento hacia ustedes pero espero que los años me permitan retribuirles todo lo que me han dado y principalmente, lo que me han enseñado, por lo cual, quiero dedicarles este triunfo, pues también es de ustedes.

A mi hermano, Arturo, gracias por estar conmigo siempre, en las buenas y en las malas. Por escucharme, aconsejarme y por siempre apoyarme. Gracias por cada broma y cada risa que me has brindado pues ello me ha permitido hacer todo este proceso de manera más llevadera; gracias por ser mi confidente y mejor amigo durante todos estos años y por motivarme a ser mejor persona cada día.

A mi Tita Susana y mis abuelos Gloria y Raúl, quienes merecen un agradecimiento especial por todo lo que han hecho por mí. Tita, te agradezco por siempre encontrar las palabras adecuadas para hacerme sentir mejor en cada momento, por preocuparte por mi bienestar y por siempre estar para mí. Abuelos Gloria y Raúl, les agradezco por su apoyo en todo momento y por alegrar mis días a través de sus experiencias y anécdotas durante todos estos años. Asimismo, agradezco también a toda mi familia: tías, tíos, primas y primos, por su preocupación, ayuda e interés hacia mí y por impulsarme a cumplir mis metas.

Un agradecimiento muy especial a Jeanette, por ser la primera persona que se sentó conmigo para llevar a cabo este trabajo, por escucharme, aconsejarme y por las palabras de apoyo necesarias para que pudiera llegar a la conclusión de esta tesis. Asimismo, te agradezco por ser mi compañera durante estos últimos años, por tu cariño y ayuda incondicional durante este proceso académico y personal.

Agradezco infinitamente a los amigos que hice durante estos años: Roge, Quique, Beto, Maki, Jorge, Camila, Diego, Roy, Andrés, Dani y Marcos; gracias por estar para mí cuando les necesité, por los viajes, salidas, recuerdos y anécdotas que me quedo de ustedes y por mostrarme el valor de la amistad dentro y fuera de las aulas de clase.

Hago un sincero agradecimiento al Mtro. Marco Lopátegui por ser mi mentor durante este proceso y sobre todo, por acompañarme, explicarme y apoyarme siempre de la manera más atenta. Le agradezco sus enseñanzas dentro y fuera de clase y por no darse por vencido conmigo durante la escritura de esta tesis en condiciones externas tan complicadas.

De igual manera, agradezco a mis sinodales: Dra. Rebeca de Gortari, Dra. María Josefa Santos, Dr. Fausto Quintana y Mtro. Damaso Morales, por sus amables respuestas, observaciones y correcciones realizadas a este trabajo, así como por sus consejos, asistencia y contribuciones a lo largo de mi carrera universitaria.

Agradezco a la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales y a la Universidad Nacional Autónoma de México por brindarme la oportunidad de ser alumno en sus aulas y por ser las instituciones que me permitieron alcanzar un desarrollo académico y profesional a lo largo de todo este tiempo mientras compartí inolvidables experiencias dentro de sus espacios.

Finalmente pero no por ello menos importante, quiero agradecerle a mi perrito Fufú, el cual me acompañó durante muchas noches de escritura y fue un apoyo emocional increíble con todas sus travesuras y aventuras vividas a mi lado durante el tiempo en el cual fue escrita esta tesis.

ÍNDICE

Introducción.....	1
1. La transición energética global frente a los cambios en los paradigmas tecnoeconómicos.....	6
1.1 Definición de transición energética.....	7
1.1.1 Características fundamentales de las transiciones energéticas.	11
1.1.2 Complejidad de las transiciones energéticas.....	15
1.2 De la Revolución Tecnológica al Paradigma Tecnoeconómico.....	19
1.2.1 Diferencias entre Revolución Tecnológica y Paradigma Tecnoeconómico.....	23
1.2.2 Hacia un nuevo paradigma tecnoeconómico: del petróleo a la electricidad.	31
1.3 Causas de la transición energética global. Consideraciones políticas, económicas, tecnológicas y sociales.	37
1.3.1 Consideraciones políticas en torno a la transición energética.	39
1.3.2 Consideraciones económicas en torno a la transición energética. ...	43
1.3.3 Consideraciones tecnológicas en torno a la transición energética. ...	47
1.3.4 Consideraciones sociales en torno a la transición energética.	52
1.4 La emergencia de China como electropotencia a nivel global.....	53
1.5 Adaptación al nuevo paradigma energético en Europa, Asia, África y América.	56
1.6 Estados Unidos contra la presión internacional hacia la transición energética.	63
2. La industria automotriz global frente a la innovación tecnoeconómica energética.....	69
2.1 El motor eléctrico como parteaguas del paradigma energético.....	70
2.2 Definición de movilidad sostenible: hacia la movilidad eléctrica.....	76
2.3 Nueva configuración social y política alrededor del modelo de movilidad eléctrica.	81
2.3.1 Relevancia social en torno al modelo de movilidad eléctrica.....	82
2.3.2 Relevancia política en torno al modelo de movilidad eléctrica.....	86
2.4 Empresas automotrices globales y su adaptación al cambio energético.91	
3. La industria automotriz en Estados Unidos frente al paradigma tecnoeconómico energético.	100

3.1 Desarrollo histórico del automóvil eléctrico en Estados Unidos.	100
3.2 El desarrollo de Tesla Motors en la industria automotriz estadounidense.....	109
3.3 Cambio de juego: cambio y transición del modelo energético tradicional de las grandes empresas automotrices estadounidenses hacia un nuevo paradigma energético.....	119
3.4 Nuevos aires: Green New Deal de Biden y su impulso dentro de Estados Unidos.	125
3.5 Nueva infraestructura para la movilidad sostenible en Estados Unidos.....	132
3.6 Adaptación y recibimiento del nuevo modelo por parte de la sociedad civil estadounidense.....	141
3.6.1 Perfil del consumidor de autos eléctricos en EE. UU.	142
3.6.2 Tendencias en relación con la infraestructura de carga.....	146
3.6.3 Preferencias de carga.....	147
3.6.4 Tiempo de espera, ¿limitación u oportunidad?.....	148
Conclusiones.	153
Referencias bibliográficas	159

ÍNDICE DE TABLAS, FIGURAS Y GRÁFICOS

Tablas		
Tabla 1.	Factores de cambio en una transición energética.	17
Tabla 2.	Comparación de paradigmas organizativos.	30
Tabla 3.	Planes por país sobre Vehículos Cero Emisiones (VCE).	87
Tabla 4.	Casos relevantes de subsidios en la compra de vehículos eléctricos.	89
Tabla 5.	Estados con la tasa más baja de cargadores por cada 100 automóviles en 2020.	137
Tabla 6.	Estados con la tasa más alta de cargadores por cada 100 automóviles en 2020.	137

Figuras		
Figura 1.	Proceso de producción del Modelo T de Ford.	20
Figura 2.	Modelo energético sostenible.	33
Figura 3.	Primer carruaje eléctrico en 1832.	102
Figura 4.	Anuncio de automóvil eléctrico enfocado al público femenino.	104
Figura 5.	Modelo T de Henry Ford contra el vehículo eléctrico.	105
Figura 6.	EV1 de General Motors.	108
Figura 7.	Toyota Prius en 1999.	109
Figura 8.	Tesla Roadster modelo 2008.	112
Figura 9.	Tesla Model S en 2010 y Tesla Model S en 2021.	114
Figura 10.	Mustang Mach-E de Ford.	123
Figura 11.	Tweet de Joe Biden y respuesta de Elon Musk.	131
Figura 12.	Estaciones de carga en territorio estadounidense.	134
Figura 13.	Densidad de cargadores públicos por milla cuadrada necesarios para 2030.	139
Figura 14.	Cantidad de Vehículos Eléctricos registrados por estado.	143

Figura 15.	Ingreso económico individual por estado (2018).	144
------------	---	-----

Gráficos		
Gráfico 1.	Comparativo de uso de energías fósiles contra energías renovables para 2050.	49
Gráfico 2.	Crecimiento de Vehículos Eléctricos sobre Tradicionales.	93
Gráfico 3.	Disponibilidad de Vehículos Eléctricos por Región.	94
Gráfico 4.	Ventas de automóviles Tesla con porcentaje de crecimiento (2014-2021).	110
Gráfico 5.	Crecimiento de cargadores en Estados Unidos (2010-2018).	135
Gráfico 6.	Número de cargadores públicos por estado.	136
Gráfico 7.	Espacios públicos con mejor percepción para la instalación de cargadores.	150

GLOSARIO DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

CAFE	Corporate Average Fuel Economy
CO₂	Dióxido de Carbono
COP21	Conferencia de las Naciones Unidas para el Cambio Climático
CND	Contribuciones Nacionales Determinadas
DNV	Det Norske Veritas
EE. UU.	Estados Unidos
FCA	Fiat-Chrysler Automobiles
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GM	General Motors
ICTT	The International Council on Clean Transportation
IEA	Agencia Internacional de Energía
IEEFA	Instituto de Economía y Análisis Financiero de la Energía
IISD	Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos en el Cambio Climático
IRENA	Agencia Internacional de Energía Renovable
kWh	Kilowatt
LFP	Litio-Acero-Fosfato
Li-on	Lithium-ion
NMC	Níquel-Manganeso-Cobalto
OMM	Organización Meteorológica Mundial
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
SAFE	Safer Affordable Fuel-Efficient
TIC	Tecnologías de la Información y el Conocimiento
TRL	Technology Readiness Level

UE	Unión Europea
USD	United States Dollar
V	Voltios
VCE	Vehículos de Cero Emisiones
VCI	Vehículos de Combustión Interna
VW	Volkswagen
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza

Introducción.

El mundo atraviesa diversas crisis simultáneas. Al mismo tiempo que se mantiene la problemática medioambiental global, la pandemia generada por el virus SARS-CoV-2 demostró las debilidades del sistema energético actual, aunado a las repercusiones del conflicto ruso-ucraniano con relación a la distribución de crudo en el mundo. Los precios de los combustibles se elevaron a niveles nunca vistos anteriormente, haciendo patente la necesidad de repensar el sistema energético para mantener los ritmos de vida, pero con ventajas que favorezcan al medio ambiente.

El estudio de este fenómeno es complejo por la cantidad de actores y factores que convergen con respecto a la solución de la crisis climática, además de sus implicaciones en la extensa red de seres vivos que habitan la Tierra. Esto ha llevado a hacer propuestas e idear soluciones encaminadas hacia una modificación sistémica que elimine los grandes generadores de contaminantes ambientales, que son los causantes de los grandes problemas ecológicos como el calentamiento global.

Aprovechando los beneficios de las innovaciones tecnológicas en materia de energía, se han buscado medidas, acaso parciales, para solucionar los principales problemas que aquejan al ambiente. Entre las medidas más representativas y promisorias se encuentra el desarrollo y uso de energía proveniente de fuentes renovables.

En las últimas décadas, Estados Unidos, China y un número importante de países europeos y asiáticos como Alemania, Dinamarca, Corea del Sur y Japón, se encuentran inmersos en un proceso de transición energética cuyo modelo se observa como una tendencia a nivel global, donde la descarbonización de los procesos industriales está, junto con otras acciones, en el centro de dicha transformación.

Lo anterior es posible gracias al rol de grupos socialmente relevantes, tales como grupos académicos, ecologistas, empresariales, entre otros, que se constituyen como los actores a través de los cuales los gobiernos se ven presionados para realizar inversiones e implementar políticas orientadas para transitar hacia las energías renovables y darles un uso responsable.

En efecto, la descarbonización de los procesos tiene como objetivo eliminar todo tipo de contaminante proveniente de la quema de combustibles

fósiles, apuntando directamente al sector del transporte y la industria automotriz para modificar su sistema de producción y la manera en que estos vehículos se mueven, destronando el reinado del petróleo y las energías fósiles que consolidaron su poderío económico durante la segunda y tercera revolución industrial, mientras se promueve la electricidad, motor principal de la actual revolución digital.

La electricidad como fuente de energía es considerada como el futuro de la movilidad por múltiples gobiernos, organismos internacionales gubernamentales como el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y no gubernamentales como el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés), sobre todo por el hecho de que su emisión de carbono es nula.

La industria automotriz ha encontrado en el automóvil eléctrico una vía de solución para satisfacer las demandas de grupos ambientalistas como de gobiernos, mientras se adopta un nuevo paradigma tecnoeconómico energético, donde la movilidad se verá afectada por estos cambios a la vez que se implementan autos eléctricos enchufables, que día con día mejoran su percepción y número de ventas, especialmente en el territorio estadounidense.

Estados Unidos, por su poder político, económico y cultural, se mantiene como uno de los referentes principales del desarrollo fuentes de energía alternativas que alimenten a los vehículos eléctricos, especialmente por constituirse como el segundo mercado de vehículos más grande del mundo después de China, y por ser uno de los productores y consumidores de petróleo más importantes a nivel mundial.

Dadas las circunstancias anteriores, surge la interrogante que será el eje rector de la presente tesis, la cual buscará explicar si la industria automotriz de Estados Unidos se encuentra en una transición energética y, de ser el caso, cuáles son sus implicaciones en la política, la economía y sobre todo, la sociedad del territorio estadounidense.

Con la finalidad de dar respuesta a dicha interrogante, es imperativo comprender cuáles son los elementos presentes en los modelos de transición energética en el mundo, con especial énfasis en Estados Unidos, ya que ésta es la expresión de un movimiento que inició hacia mediados del Siglo XX y que tiene

implicaciones en diversos sectores de la industria, de los cuales el más representativo es el automotriz.

El objetivo principal de este estudio es conocer el proceso de transición energética estadounidense y cómo responde a la problemática medioambiental, mientras se analiza la forma en que se consolida dicha transición en su industria automotriz a través de la implementación de energías renovables en el marco del cambio de paradigma tecnoeconómico energético a nivel global.

De igual manera, se busca explicar cuáles han sido los factores económicos, sociales y tecnológicos que permiten la emergencia de nuevos métodos de generación de energía y cómo son acogidos por las empresas automotrices más importantes del mundo, en aras de comprender la manera en que afectan directamente a la industria automotriz estadounidense.

La presente investigación plantea como hipótesis que, en un marco global de transición energética, Estados Unidos atraviesa un cambio energético acelerado que se expresa principalmente en su industria automotriz. Las empresas automotrices están dejando atrás los motores de combustión interna para adaptar modelos eléctricos a la par de una implementación en infraestructura y cambios organizacionales que sean compatibles con estas tecnologías alternativas, hecho que evidencia el tránsito hacia un nuevo paradigma tecnoeconómico.

Para la operacionalización de la hipótesis, se utilizó el método deductivo, partiendo del fenómeno global de transición energética hasta llegar al estudio de caso de la industria automotriz en Estados Unidos, tomando herramientas y categorías de análisis derivadas de la tradición interpretativa de la innovación tecnológica, particularmente del constructivismo social-tecnológico y los estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad, sobre la base de la noción de paradigma tecnoeconómico que aporta Carlota Pérez.

Para cumplir con los objetivos de la presente investigación, en el primer capítulo se expone y analiza la definición de transición energética a través de la propuesta teórica de Vaclav Smil y posteriormente, se explica su relación con el concepto de paradigma tecnoeconómico al cariz de las aportaciones teóricas de Carlota Pérez, los cuales funcionarán para explicar las causantes principales de la transición energética global en su expresión política, tecnológica, cultural y social.

Asimismo, se explica cómo las anteriores consideraciones tienen efectos directos sobre diversos países y regiones del mundo, resaltando brevemente a China, país que se perfila como electropotencia; sin dejar de lado los procesos de la misma naturaleza que se observan en Europa, Asia, África y América, pero con particular énfasis en Estados Unidos, país en el que se enfocarán los capítulos posteriores de la presente investigación.

En el segundo capítulo, se analiza la manera en que las consecuencias de la transición energética global afectan directamente a la industria automotriz global. En este sentido, se explica la importancia que tiene el motor eléctrico como parteaguas tecnológico para la implementación de las medidas políticas y ambientales que afectan a la industria automotriz y cómo se adaptan al nuevo paradigma energético.

De igual manera, en el segundo capítulo se analiza la manera en que las nuevas configuraciones sistémicas moldean un nuevo paradigma de movilidad sustentado en las energías limpias, el cual encuentra múltiples expresiones en la política y posteriormente en la población civil, para finalmente enfocarse directamente en las múltiples empresas automotrices en el mundo que han implementado nuevas estrategias e inversiones para adaptarse al nuevo paradigma energético y de movilidad que exige la implementación de vehículos eléctricos para mantener la demanda de estos vehículos a nivel global.

El tercer capítulo se enfoca directamente al caso estadounidense, en el que se hace un recorrido histórico acerca del desarrollo social y tecnológico del automóvil eléctrico en el país, para después enfocarse al desarrollo de las empresas estadounidenses con miras a la electrificación, resaltando el trabajo de la *startup* californiana, Tesla, la cual comanda las ventas de autos eléctricos a nivel mundial y sobre todo en Estados Unidos, impulsando cambios en las compañías tradicionales del país para competir con la empresa de Elon Musk.

Finalmente, este tercer capítulo cierra con un análisis del *Green New Deal* propuesto por la congresista Alexandria Ocasio-Cortez y adoptado por el actual Presidente de EE. UU., Joe Biden, a través del cual se busca hacer frente a las problemáticas ambientales y resolver las crisis económicas y sociales derivadas de la pandemia por COVID-19, centrando la atención en cómo interactúan diversos grupos socialmente relevantes para adaptar las condiciones del marco tecnológico hacia una nueva infraestructura de movilidad energética sustentable

que responda al nuevo paradigma energético de movilidad en el estadounidense y a la transición del paradigma tecnoeconómico a nivel global.

Si bien el objeto de estudio del presente trabajo no centra su atención en las implicaciones de la política internacional y los balances de poder en la sociedad internacional en el sector energético, sí toma en cuenta elementos sustantivos de la política internacional para el análisis de la transición energética en Estados Unidos y su industria automotriz. En este sentido, es evidente que el conflicto entre Rusia y Ucrania, así como la reciente pandemia por el coronavirus, como se señaló al principio, marcarán un nuevo ritmo en la adopción del nuevo paradigma tecnoeconómico energético a escala mundial.

1. La transición energética global frente a los cambios en los paradigmas tecnoeconómicos.

En el marco de la gran problemática mundial del medio ambiente, su degradación, el consumo exacerbado de recursos naturales, la falta de agua, el calentamiento global y el cambio climático, se ha puesto especial énfasis en reconocer la forma en que se puede reducir, a corto y largo plazo, las anteriores afectaciones medioambientales. Así se explica cómo la descarbonización de los procesos industriales surge como una respuesta para los múltiples intentos de políticas gubernamentales y de asociaciones civiles para bajar los niveles de dióxido de carbono en la atmósfera terrestre.

La descarbonización implica eliminar, o al menos llevar a niveles mínimos, el uso de combustibles fósiles debido a que, dentro de los últimos 150 años de actividad humana, la quema de combustibles como el petróleo o el carbón han ocasionado que la temperatura global aumente¹, aspecto que trae consigo una serie de devastadores presagios para la vida humana y de las especies que habitan en el mundo en caso de mantener los ritmos de consumo que se mantienen aún en el presente.

Uno de los métodos que ha despertado más interés para lograr una descarbonización, es precisamente el uso de energías renovables o también conocidas como energías verdes. Dichas energías son menos agresivas con el ambiente pues emiten una menor cantidad de gases tóxicos para el ambiente tanto en su generación como en su uso final. Sin embargo, lograr reemplazar los bien posicionados combustibles fósiles por energías renovables no es una tarea sencilla.

La literatura existente documenta que una transición energética no es un proceso sencillo de llevar pues son movimientos temporalmente largos y que aparejan una serie de implicaciones políticas, sociales, tecnológicas y económicas difíciles de realizar en lapsos cortos. Estos estudios desmienten lo dicho por autores como Sovacool, quien cree que estas transiciones pueden ser

¹ Arturo Moreno Almaraz, *Antecedentes y avances de la Transición Energética en el Siglo XXI* [en línea], p. 5, INEEL, Dirección URL: <http://transicionenergetica.ineel.mx/Articulos/C2n2v2.pdf>, [consulta: 1 de junio de 2021].

rápidas o aceleradas al punto de que pueden llegar a tomar únicamente años o pocas décadas.²

Es imposible negar que existen múltiples esfuerzos para lograr la transición energética, entre los que resaltan los Acuerdos de París de 2015.³ En estos se encuentra un área de oportunidad y se abre un abanico de posibilidades que apuntalan dicha transición, aún cuando se observa una tendencia global a no brindarle la atención que merece por todo lo que implica, especialmente en una coyuntura donde la tecnología avanza constantemente y genera herramientas de gran importancia para acercarse a las metas establecidas por diversos gobiernos del mundo.

Si no se comprende la complejidad y la importancia de la transición energética y sus repercusiones sociales, es probable que los objetivos no se alcancen. Por ello, en el presente apartado se busca brindar al lector los elementos para comprender qué es una transición energética, qué implica y de qué manera el rompimiento del paradigma tecnoeconómico tradicional sienta las bases de la fase formativa de una transición que dejará atrás la fuente energética más grande y cara de la historia⁴ -los combustibles fósiles- por una menos agresiva con el ambiente.

1.1 Definición de transición energética.

El estudio del concepto de transición energética puede parecer a simple vista una tarea intuitiva de realizar. Al observar el significado de la palabra *transición* como un método o acción que permite el paso de una condición a otra⁵, se entiende fácilmente la primera parte del concepto; sin embargo, tomando en cuenta la propuesta teórica de Vaclav Smil, al adherir el calificador “energética”, el concepto gana una connotación más complicada de comprender en su totalidad⁶, haciendo necesario indagar acerca de los múltiples factores que implican el estudio de una transición energética desde su propia complejidad.

² Vaclav Smil, “Examining energy transitions: A dozen insights based on performance”, *Energy Research & Social Science*, num. 22, University of Manitoba, Canada, 2016. p. 194.

³ Arturo Moreno Almaraz, *op. cit.*, p. 6

⁴ Vaclav Smil, *op. cit.*, p. 196.

⁵ Vaclav Smil, *Energy Transitions: History, Requirements, prospects*. Estados Unidos, PRAEGER, 2010, p.7.

⁶ *Ídem*

No existe un uso generalizado de *transición energética* debido a que conforme pasa el tiempo, el mismo concepto va adquiriendo diferentes sentidos que se adaptan a las condicionantes históricas, económicas, tecnológicas y sociales del momento en que se utiliza; es decir, dependiendo del período espacial y temporal que se desee estudiar, existen diferentes particularidades que hacen diferente la comprensión de una transición energética especialmente teniendo como marco de referencia las cuatro revoluciones industriales que hemos tenido como humanidad.

Las cuatro revoluciones industriales que han transformado el mundo durante los últimos 250 años han sido alimentadas por diversas fuentes de energía y éstas a su vez le dan una identidad a cada una de ellas.⁷ No únicamente son los combustibles los que cambiaron, sino que estas revoluciones han traído consigo cambios en las tecnologías y en los productos que aprovechan estas fuentes de energía para satisfacer alguna necesidad humana.

La Primera Revolución Industrial, que se llevó a cabo desde finales del siglo XVIII a mediados del XIX, se alimentó del carbón, que a su vez permitió el uso de la máquina de vapor y comenzó con el cambio de economías agrícolas a economías industriales en aquellos lugares donde se desarrolló, principalmente en Inglaterra.⁸

La Segunda Revolución Industrial se desarrolló a finales del siglo XIX y se basó principalmente en avances tecnológicos que permitieron el surgimiento de la industria eléctrica y la creación del motor de combustión interna, el cual fue impulsado por petróleo para así mover estos motores presentes en las fábricas de las ciudades. Asimismo, fue en durante esta revolución que comenzó el desarrollo de los medios de comunicación, el uso del acero y la invención y posterior desarrollo del automóvil.⁹

La Tercera Revolución Industrial no tiene una frontera temporal definida, pero se cree que su inicio se dio hacia mediados del siglo XX con la creación de una nueva energía: la nuclear. Esto no quiere decir que la energía nuclear fue la predominante de esta revolución; de hecho, esta tercera revolución industrial fue

⁷ Arturo Moreno Almaraz, *op. cit.*, p. 1.

⁸ *Ídem*

⁹ *Ídem*

alimentada por petróleo y gas y permitió a su vez el desarrollo de la electrónica, las telecomunicaciones y la computación,¹⁰ pilares de la siguiente revolución.

Fue precisamente en el marco de esta revolución donde distintos grupos sociales comenzaron a cuestionar las afectaciones al medio ambiente derivadas de los procesos productivos que seguían la visión determinista del progreso¹¹, aspecto que impulsó los cambios tecnológicos y sociales que permitirían progresivamente el rompimiento del paradigma donde los combustibles fósiles ya no deberían ser los pilares de la siguiente fase industrial, abriendo paso a la fase normativa del uso de las energías renovables, situación que dio lugar al comienzo de una nueva transición energética al cariz de una cuarta revolución industrial.

La Cuarta Revolución Industrial fue el concepto usado por Klaus Schwab para referirse al momento de la historia de la humanidad donde se resalta el uso del internet como herramienta primordial y se destacan las fusiones entre tecnologías físicas, digitales y biológicas caracterizadas por un aumento exponencial de la velocidad, la amplitud y la profundidad con que afectan a los sistemas existentes.¹² Se espera que en esta revolución las energías predominantes sean las energías renovables desplazando así a los combustibles fósiles.¹³

El anterior recuento demuestra la manera en que las energías y los componentes tecnológicos que las impulsan están íntimamente relacionados y, con el paso del tiempo, existen nuevas necesidades que afectan al uso de un energético primordial, dando lugar así a un proceso temporalmente extenso que puede ser considerado como una transición energética.

Usualmente se define a la transición energética, regresando a las aportaciones de Vaclav Smil, como el cambio de composición -estructura- de una fuente primaria de energía, entendido como el cambio gradual de un patrón específico de provisión energética hacia un nuevo estado de un sistema de

¹⁰ *Ídem*

¹¹ María Josefa Santos Corral y Marco Antonio Lopategui Torres, "La construcción global de la Ciencia y la Tecnología bajo la lupa los enfoques CTS", *El futuro de las Ciencias Sociales en un entorno globalizado*, FCPyS, UNAM, 2017, p. 260.

¹² Cfr. Klaus Schwab, *La cuarta revolución industrial*, ePub, 2016, pp. 13-21.

¹³ Arturo Moreno Almaraz, *op. cit.*, p. 1.

energía¹⁴ que a su vez es un cambio de un estado de energía en contraposición a un cambio en una tecnología energética individual o fuente de energía.¹⁵

Para que una transición energética pueda ser considerada como tal, es necesario que exista un cambio de carácter estructural debido a que la existencia de una nueva tecnología energética o un cambio en una fuente de combustible no implica necesariamente el inicio de una nueva transición energética.

Lo anterior se puede comprobar a través de los principales impulsores de cada una de las revoluciones donde destaca el caso de la tercera revolución y la energía nuclear pues, a pesar de los múltiples beneficios y alcances en materia energética de esta energía, no mantuvo un papel protagónico por los diversos conflictos y accidentes relacionados con su uso, acompañados de múltiples diferencias políticas de aquellos países que contaban con los recursos y conocimientos de las aplicaciones de la energía nuclear¹⁶, dando seguimiento al uso de las tradicionales energías fósiles.

El estudio de una transición energética implica comprender que es un fenómeno complejo; por lo tanto, debe ser abordado desde múltiples áreas, temporalidades y espacialidades, así como el contexto histórico pertinente para que se evite caer en determinismos que puedan generar una falsa expectativa de las transiciones energéticas y lo que pueden llegar a ser, especialmente en aras de la existencia de una nueva tecnología.

Los cambios estructurales en la fuente primaria del suministro de energía, por lo regular, tienden a enfocarse en el tiempo que existe entre la introducción de una nueva fuente de energía y su ascenso a convertirse en la fuente primordial de energía. Para Vaclav Smil, lo anterior es definido de manera arbitraria dentro de un mercado¹⁷ debido a que no existe un indicador oficial para medir cuando inicia la fase normativa de la transición y cuando finaliza, no obstante; existen autores como Bento y Wilson que indican que el inicio de una transición se da con los primeros dos años secuenciales de la comercialización

¹⁴ Vaclav Smil, *Energy Transitions: History, Requirements, prospects*. Estados Unidos, PRAEGER, 2010, p.7.

¹⁵ Arnulf, Grubler; Charlie Wilson y Gregory Nemet, "Apples, oranges, and consistent comparisons of the temporal dynamics of energy transitions", *Energy Research & Social Science*, num, 22, 2016, p. 18.

¹⁶ Arturo Moreno Almaraz, *op. cit.*, p.1.

¹⁷ Vaclav Smil, *op. cit.*, p.12.

de una tecnología y termina cuando 2.5% de usuarios potenciales han adoptado la tecnología.¹⁸

Dentro de las transiciones existen múltiples cambios cuantitativos y cualitativos los cuales se pueden traducir en amplias posibilidades de crear energías más flexibles, más eficientes, más convenientes de usar y sustancialmente, que tengan impactos ambientales menores,¹⁹ especialmente en sociedades como las actuales que se encuentran híper energizadas y que cuentan con múltiples fuentes naturales de energía que son utilizadas con diferentes propósitos.²⁰

Lo anterior engloba al sistema de energía antropogénico que, en cuanto sistema, en sus características fundamentales, está integrado por diversas fuentes naturales de energía, distintas formas de convertir dicha energía y tiene una variedad de usos específicos del flujo disponible de energía, especialmente en los últimos años donde existen sofisticados aparatos capaces de sacar el máximo provecho de la energía²¹ pero es necesario tener en cuenta que todos los sistemas evolucionan y sus cambios se pueden dar en las acciones de los diversos combustibles existentes así como en la adopción de nuevos motores y nuevos patrones en el uso final de las energías.²²

1.1.1 Características fundamentales de las transiciones energéticas.

Las transiciones energéticas a gran escala mantienen características comunes que han permitido generar un estudio especializado en esta materia. Se toman en cuenta diversos factores que pueden cambiar según el caso particular a estudiar y que a su vez le permiten cambiar la percepción del movimiento general según sea la profundidad del impacto de la transición.

En primer lugar, un factor primordial a tomar en cuenta es que los sistemas energéticos requieren infraestructuras grandes y complejas y sus mismas operaciones consumen considerables cantidades de energía. La infraestructura comprende no solamente componentes tangibles como las

¹⁸ Arnulf, Grubler; Charlie Wilson y Gregory Nemet, *op. cit.*, p. 20.

¹⁹ Vaclav Smil, *op. cit.*, p. 7.

²⁰ *Ibidem*, p. 1.

²¹ *Ídem*

²² *Ibidem*, p. 2.

máquinas de extracción, almacenamiento, procesamiento de combustibles y los flujos de aprovechamiento de esa energía, sino que también incluye múltiples preparativos organizacionales y de mantenimiento intangibles.²³ De igual forma, es factor inicial ya que éste, sumado a la tecnología y su penetración en la transición, afectan directamente a la velocidad con que se lleva a cabo la transición en general.²⁴

La temporalidad es el siguiente factor para tomar en cuenta pues dentro del tiempo que conlleva la transición se denotan aspectos que no permiten que las transiciones mantengan patrones idénticos en sus respectivos contextos.

Los factores que explican las diferencias en las observaciones de las velocidades en las transiciones comprenden a la complejidad tecnológica que se busque implementar; el tamaño de las fases normativas del desarrollo tecnológico, especialmente cómo son difundidas espacialmente y los tamaños de los mercados que deseen implementarlas; tipo de adopción de decisiones, ya sean políticas, sociales, económicas, etcétera; adopción de esfuerzos y beneficios y, finalmente, las políticas de apoyo.²⁵

Según las aportaciones teóricas de Grubler, Wilson y Nemet, las transiciones pueden ser rápidas o lentas, pero dependen de múltiples condiciones que no son compartidas en todas las latitudes de la tierra. Para ellos, una transición rápida se puede dar únicamente cuando una tecnología ya se encuentra bien establecida y simplemente sustituye a la vieja a través de una disrupción poco violenta que implica una necesaria integración de todas las partes interesadas en este cambio, haciendo imperante el apoyo para la generación de una infraestructura de manera institucional, organizacional y tecnológica.²⁶

Un buen ejemplo de esto se encuentra plasmado en la obra de Vaclav Smil, quien detalla cómo Países Bajos, durante el siglo XVIII, transitó del uso de biocombustibles a combustibles fósiles con una velocidad que sorprendió a sus iguales de la época, especialmente a la Gran Bretaña quien buscaba realizar un cambio similar pero no le fue posible debido al grueso de su territorio.²⁷

²³ *Ibidem*, p. 2.

²⁴ Arnulf, Grubler; Charlie Wilson y Gregory Nemet, *op. cit.*, p. 18.

²⁵ *Ibidem*, p. 19.

²⁶ *Ídem*

²⁷ Vaclav Smil, *op. cit.*, p. 28.

En el mismo sentido, una transición rápida implica poca complejización tecnológica ya que las fases normativas de estas tecnologías sustitutas se encuentran y se desarrollan en pequeños mercados nacionales. De igual manera, para que se dé una rápida transición, las futuras tecnologías deben ofrecer una alta cantidad de beneficios tangibles para sus posibles usuarios en términos de salud, flexibilidad, ahorro de costos, conveniencia y beneficios para las necesariamente bien coordinadas políticas públicas e instituciones.²⁸

Para Vaclav Smil, las transiciones rápidas son posibles; sin embargo, son escasos los casos de éxito y fueron establecidas en escalas nacionales o subnacionales. Según Smil, al hablar de una transición energética de escala global no existe otra forma de hacerla más que de manera gradual y puede llevar varias décadas llevarse a cabo, desmintiendo a autores como Sovacool que plantea transiciones energéticas en el marco de una década a escala global.

Smil explica que los múltiples avances tecnológicos acelerados se entienden a través de la Ley de Moore y han creado expectativas poco realistas acerca de lo que significa una transición energética. La vida moderna necesita de múltiples procesos que mejoran lentamente, especialmente en campos de los que la vida moderna depende como lo es la energía y el transporte, por ello; fuera del campo de los microprocesadores, no toda la innovación tecnológica obedece la Ley de Moore.²⁹

Al hablar de una transición energética a escala planetaria o incluso en países con mercados amplios, es decir, transiciones de escala amplia, éstas son inherentemente largas, debido a que necesitan requerimientos técnicos y de infraestructura que deben penetrar en los diversos marcos sociales, económicos y políticos del mercado mismo.³⁰

Estas lentas transiciones implican cambios en múltiples tecnologías, infraestructuras bien establecidas y ajustes organizacionales e institucionales que tienen un alto nivel de complejización técnica; de igual manera, involucran el desarrollo y testeado de nuevos conceptos durante su fase normativa que

²⁸ Arnulf, Grubler; Charlie Wilson y Gregory Nemet, *op. cit.*, p. 18.

²⁹ Vaclav Smil, *Moore's Curse* [en línea], IEEE Spectrum, marzo 2015, Dirección URL: <https://spectrum.ieee.org/energy/renewables/moores-curse>, [consulta: 1 de junio de 2021].

³⁰ Vaclav Smil, *Energy Transitions: History, Requirements, prospects*. Estados Unidos, PRAEGER, 2010, p. 7

cuando sean exitosos, necesitan una aceptación generalizada y que puede llevar décadas en mercados extensos.

Las inversiones a gran escala en tecnologías e infraestructura suponen amplios esfuerzos que únicamente pueden ser visibles con ganancias a largo plazo o fuera del mercado -como mejoras ambientales, por exponer un ejemplo- e implican una gran y compleja coordinación entre los consumidores y los múltiples actores interesados en esta transición, que pueden ser desde gobiernos hasta empresas. La coordinación de los esfuerzos dependerá entonces de los intereses de los actores y cómo miden la rentabilidad de las inversiones en función de sus intereses y posibilidades financieras reales.³¹

Una de las características que es determinante en el proceso de una transición y, particularmente para Vaclav Smil, es el factor de la escala. Smil explica que existe una crítica interdependencia entre el tamaño de los sistemas, su complejidad y el capital relativo de la infraestructura. Lo anterior se convierte en un poderoso limitador para un cambio acelerado y remarca que sistemas de reducido tamaño son capaces de cambiar rápidamente, pero los sistemas extensos únicamente lo pueden hacer de manera lenta.³²

Es por el factor de la escala que se pueden tomar en cuenta otros múltiples determinantes que pueden explicar el éxito o el fracaso de una transición. La difusión de la nueva tecnología o la nueva energía no es inmediata y en mercados o territorios extensos, la transición se hace lenta. La difusión, para Grumbler, es la adopción de una tecnología dentro de una población y una geografía con capacidad de adoptarla.³³

Grumbler enfatiza en que la difusión y la penetración con la que llegue la transición a cierto territorio depende de la manera en que se adopta esta nueva tecnología donde los rangos de crecimiento y los cambios de los mercados son altamente sensibles a la difusión de la transición.³⁴ Generalmente, se sigue el patrón *líder-seguidor* y mantienen un ciclo donde pasan de un núcleo -líder innovador-, con camino -seguidor- hacia la periferia -adoptante tardío-, es decir; aquellos territorios que pueden ser considerados líderes, por lo regular son

³¹ Arnulf, Grubler; Charlie Wilson y Gregory Nemet, *op. cit.*, p. 19.

³² *Ibidem*, p. 22.

³³ *Ibidem*, p. 19.

³⁴ *Ibidem*, p. 20.

aquellos donde se genera una tecnología, y es quien lleva la mayor parte del desarrollo tecnológico pero, que llevan la transición de manera menos acelerada; mientras que los mercados seguidores se benefician de la existencia de ese conocimiento, pueden aplicarla más rápido y son capaces de generar tecnologías más baratas y eficientes que en los mercados núcleo.³⁵

Grumbler resalta que los tiempos de la difusión temporal se hacen más cortos cuando la difusión espacial se acelera³⁶, es decir, la transición se hace más veloz cuando la penetración y aceptación de la nueva tecnología se hace más visible y es adoptada en porciones mayores de territorio. Esto explica la razón por la cual la adopción de una transición es más acelerada en la periferia, pues ya no se atravesó por la fase normativa de la nueva tecnología y únicamente aprovechan el conocimiento³⁷-como se mencionó anteriormente- a diferencia de los núcleos, donde consolidar el nuevo método lleva más tiempo. En pocas palabras, los tiempos de difusión son más lentos cuando la saturación de la transición es más penetrante³⁸ pero ello no elimina que las transiciones sean más rápidas en mercados específicos.

1.1.2 Complejidad de las transiciones energéticas.

La comprensión óptima de las transiciones no se puede llevar a cabo si no se realiza un análisis integral. Se debe tomar en cuenta que los factores antes mencionados son inseparables debido a que son complementarios y determinantes en sí mismos, los cuales, abonados a las determinantes a mencionar, generan un panorama más amplio acerca del proceso de una transición.

La complejidad de los sistemas genera diferencias entre las transiciones existentes históricamente. Dichas diferencias no permiten que las transiciones sean copiadas exactamente debido a que hay elementos de los distintos sistemas que pueden llevar al fracaso o al éxito con un mismo modelo en transición; por ello, es importante tomar en cuenta las diversas determinantes que permiten hacer un estudio más profundo acerca de este complejo proceso.

³⁵ *Ídem*

³⁶ *Ídem*

³⁷ *Ídem*

³⁸ *Ídem*

Dentro de la complejidad de las transiciones, la fase normativa de la transición es una parte sustancial que no debe ser omitida pues es dentro de ésta se gestan los primeros avances tecnológicos que pueden ayudar a vislumbrar un nuevo futuro energético, independientemente de la energía que se piense ser implementada.

Las fases normativas en sí mismas son un proceso largo debido a que establecer un sistema de innovación funcional que soporte una difusión tecnológica lleva tiempo. Un sustituto tecnológico que se encuentra en sus primeras etapas, es decir, que no se encuentra del todo listo, necesita de nuevas instituciones y nueva infraestructura capaz de proveer nuevos servicios energéticos.³⁹

Promover la sustitución de una tecnología necesita un extensivo proceso institucional de legitimación para ganar fiabilidad en distintos niveles, aspecto que es conocido como “*liability of newness*”; asimismo, sustitutos no preparados se encuentran con una limitación mayor de adaptar o compartir elementos estructurales con otros sistemas de innovación,⁴⁰ esto quiere decir que la adopción de tecnologías usando infraestructura existente puede tomar menos tiempo, aproximadamente una década; actualizar infraestructuras existentes puede llevar hasta tres décadas y; crear una totalmente nueva, con nuevos sistemas y componentes tecnológicos puede llevar de cuatro a cinco décadas.⁴¹

Referente a la escala y temporalidad, las fases normativas son relevantes -y lentas- como desarrollo tecnológico inicial en los mercados núcleo, pero son omitidas en lugares de transición rápida, es decir, en mercados de adopción tardía o periféricos.⁴²

Grumbler menciona que existen diversas tecnologías que pueden ser aceleradas en su fase normativa siempre y cuando se tome en cuenta al contexto en que son o exigen ser desarrolladas. Un ejemplo de muestra puede ser la guerra, donde las tecnologías energéticas pueden ser aceleradas en ambientes de extrema demanda con un empuje simultáneo del mercado, un empuje

³⁹ Arnulf, Grubler; Charlie Wilson y Gregory Nemet, op. cit., p. 21.

⁴⁰ *Ídem*

⁴¹ *Ibidem*, p. 20.

⁴² *Ídem*

tecnológico financiado y una baja sensación de riesgo económico para aquellos interesados en los beneficios de la transición.⁴³

Tabla 1.

Factores de cambio en una transición energética	
Fase normativa	Proceso inicial de la transición en que se establece una tecnología como sustituto de una anterior.
“liability of newness”	Proceso de legitimación institucional del sustituto tecnológico.
Conductores de cambio	Actores interesados e implicados en la generación, aplicación y difusión de la tecnología sustituta.
Ambiente	Condiciones sociales, económicas, políticas, culturales, etc. en que se lleva a cabo la transición.
Canales de comunicación	Espacios de transmisión acerca de la información referente a la transición.

Fuente: Elaboración propia con información de Arnulf, Grubler; Charlie Wilson y Gregory Nemet, “Apples, oranges, and consistent comparisons of the temporal dynamics of energy transitions”, *Energy Research & Social Science*.

Un factor que determina la velocidad de las transiciones es aquel que juegan los conductores del cambio tecnológico. Este determinante incluye a empresas, actores de innovación, emprendedores, mercados de aplicación, etc. Su papel es de suma importancia debido a que sin los generadores de nuevas tecnologías, no habría una transición a realizar, sin embargo; su rol en la transformación no es del todo vital al momento de acelerar la velocidad de la transición⁴⁴, es decir, son capaces de generar movimiento, pero sus capacidades se limitan al momento de generar una expansión acelerada pues en múltiples ocasiones, el ambiente en que se desenvuelven se convierte en un muro.

El ambiente en el que se desarrolla la adopción de una nueva tecnología es significativamente una condicionante para la comprensión de la velocidad de una transición. El ambiente toma en cuenta las condiciones sociales, políticas y económicas donde se desenvuelve alguna innovación tecnológica la cual puede ser una transición individual, colectiva e incluso autoritaria; asimismo, los canales de comunicación que apoyan dicha transición como la *mass media* y la

⁴³ *Ibidem*, p. 21.

⁴⁴ *Ibidem*, p. 22.

comunicación interpersonal, son factores que permiten una mejor difusión acerca de la tecnología a adoptar dentro de un sistema social.⁴⁵

Dentro del ambiente es importante tomar en cuenta al uso final del producto que atraviesa la transición. La adaptabilidad del usuario a este nuevo producto energético, así como sus necesidades y gustos, indica qué tan rápido y qué tan extensa puede ser la demanda de los cambios. Grandes mercados incluyen a su vez grandes cantidades de adoptantes de las nuevas tecnologías, sin embargo; existen resistencias al cambio por parte de estos adoptantes por ello, estos extensos mercados necesitan grandes inversiones que permitan cimentar una difusión más profunda y precisa que soporte la relación interdependiente de la infraestructura con las instituciones.⁴⁶

Todos los elementos que se han mencionado hacen que las transiciones se hagan complejas e inherentemente lentas. Para Marvin Frankel, la complejidad tecnológica a nivel de sistema tiene dos implicaciones: en primer lugar, explica que las combinaciones tecnológicas complejas llevan mucho tiempo y; en segundo lugar, menciona que dependiendo de las tradiciones energéticas, los países, industrias o grupos de consumidores deciden hacer transiciones posteriores al desarrollo tecnológico y de manera más tardada que aquellos que se embarquen en una transición temprana usando el avance de una tecnología individual.⁴⁷

De acuerdo con la Teoría de Sistemas Tecnológicos, en múltiples ocasiones, el cambio de estas tecnologías individuales necesitarían de una sustitución del sistema para que la transición pueda ser rápida; en cambio, como se ha demostrado, el cambio sistémico a través de complejas tecnologías interconectadas, infraestructuras e instituciones es inevitablemente un proceso largo.⁴⁸ En pocas palabras, el tiempo de transición aumenta con la complejidad, especialmente en aquellos sistemas que se nutren de más sistemas como las modernas infraestructuras de transporte.

Finalmente, Fouquet enfatiza en que la distinción crítica entre la tecnología y la transición de un sector específico se opone a qué tan penetrante

⁴⁵ *Ibidem*, p. 23.

⁴⁶ *Ibidem*, p. 22.

⁴⁷ Arnulf, Grubler; Charlie Wilson y Gregory Nemet, *op. cit.*, p. 20.

⁴⁸ *Ídem*

son las transformaciones de los sistemas dado a que implican diversas tecnologías, instituciones, sectores y diversas infraestructuras trabajando simultáneamente.⁴⁹

Las transiciones energéticas merecen un estudio profundo y complejo donde se tomen en cuenta las anteriores precisiones porque, como se observó, los cambios responden inherentemente a las sociedades, movimientos políticos y empresariales que pueden influir directamente en el comportamiento del consumidor que, a su vez, contribuye directamente a la velocidad de la difusión de la propia transición, otorgando una visibilidad social superior.

Mientras más aumente la compatibilidad del mercado y la aceptación social, es más probable que la transición y su difusión sea más exitosa, no obstante; para no caer en determinismos, es necesario estudiar las condiciones contextuales para que las transiciones puedan traducirse en modelos acelerados, congruentes y sobre todo, exitosos.

1.2 De la Revolución Tecnológica al Paradigma Tecnoeconómico.

Una transición, ya sea energética o tecnológica, implica una transformación tangible de los procesos como se pudo apreciar en el apartado anterior; sin embargo, los cambios tecnológicos no se llevan a cabo de manera fortuita sino que se enmarcan en un contexto social, político, económico y cultural que moldea las necesidades de una sociedad y con base en ello, la transformación encuentra un cambio en el imaginario colectivo de dicha sociedad dando pauta a un cambio en las prácticas y acciones tradicionales de la sociedad así como de las propias formas gerenciales de las grandes empresas y gobiernos el cual únicamente puede ser descrito como un cambio en el paradigma tecnoeconómico existente.

Gracias a las aportaciones de la autora venezolana Carlota Pérez, se puede comprender a cabalidad lo que implica un cambio en el paradigma tecnoeconómico existente y de qué manera éste afecta a las prácticas organizacionales, tecnológicas, gerenciales, gubernamentales y sociales dando como resultado un cambio cultural que pocas veces es percibido pero que siempre está presente e incluso puede llegar a ser más complicado de llevar a

⁴⁹ *Ídem*

cabo por las múltiples resistencias que diversos sujetos realizan para mantener un sistema organizacional tradicional que puede a generar diferencias frente al innovador modelo entrante.

Carlota Pérez explica que los cambios de paradigma son un proceso complejo. Durante los últimos 230 años de historia, ha habido una revolución cultural y tecnológica casi cada medio siglo las cuales han creado cambios en múltiples esferas que se caracterizan por generar una mayor interconectividad en diferentes zonas terrestres y marítimas que son más veloces que sus predecesoras.⁵⁰

Estas revoluciones, por su recurrencia, hacen necesario su análisis para la comprensión de los procesos actuales, el futuro del desarrollo tecnológico y su papel en los procesos sociales. Cada revolución se gesta en el seno de la anterior para luego irrumpir con un salto tecnológico que demuestra un alto potencial transformador, como lo fue el Modelo T de Ford en 1908 de producción en serie o el microprocesador en 1971; no obstante, su asimilación en el imaginario colectivo es larga y puede llevar de tres a cuatro generaciones debido a la turbulenta adaptación conocida como *time-lag*.⁵¹

Figura 1.

Proceso de producción del Modelo T de Ford.



Fuente: Neetesuola; *Henry Ford y la producción en masa*, Dirección URL: <https://neetesuola.org/henry-ford-y-la-produccion-en-serie/>

⁵⁰ Carlota Pérez, “El cambio de paradigma en las empresas como proceso de cambio cultural” en *Revista Científica Ciênc. Admin*, Fortaleza, núm, 1, 2003, p. 30.

⁵¹ Carlota Pérez, *Technological Revolutions and Financial Capital: The dynamics of Bubbles and golden Ages*, Edward Elgar, Cheltenham, Reino Unido, 2002, p. 17.

Es importante recalcar que si las revoluciones únicamente fueran un conjunto de nuevas tecnologías, éstas no tendrían el impacto transformador que han logrado históricamente. En cada una de estas revoluciones tecnológicas, donde existen nuevos productos o innovadores procesos de producción, se gesta un cambio de paradigma tanto tecnológico como organizativo capaz de renovar todo el aparato o sistema productivo existente.⁵²

Cada una de las revoluciones cuentan con un doble poder transformador en la sociedad: en primer lugar está el potencial que brindan los nuevos productos y tecnologías únicamente basados en los crecimientos económicos y empresariales y; segundo, está la aparición de un nuevo modelo organizativo y de tecnologías genéricas cuya aplicación en las industrias existentes permite revitalizar y rejuvenecer su funcionamiento generando así un salto en productividad y calidad⁵³; es decir, con la llegada de una nueva tecnología, a la vez se incorporan nuevos modelos organizativos como consecuencia del nuevo paradigma tecnológico que trastoca directamente los viejos sistemas que no necesariamente deben desaparecer o permanecer en el pasado, sino que se pueden adaptar y mejorar sus sistemas con los beneficios que este cambio sistemático y organizativo ofrece.

Por mencionar un ejemplo, siguiendo el texto *Technological Revolutions and Financial Capital* de Pérez, en el modelo de producción y tecnológico actual, los insumos y el valor se encuentran en el uso intensivo de energías y materias primas, productos, procesos y transportes; es decir, productos tangibles, empero, el siguiente modelo -el cual permea con más fuerza en las empresas- estará basado en el uso intensivo de la información y el conocimiento con un serio avance en el ahorro de energías y materias primas los cuales son productos intangibles pero adaptables en mercados altamente segmentados.⁵⁴

Un cambio paradigmático implica no solamente a las formas operacionales de las empresas o instituciones sino que de igual manera cambia los perfiles de los propios productos y su modo de emplearlos, siendo un cambio

⁵² Carlota Pérez, "El cambio de paradigma en las empresas como proceso de cambio cultural" en *Revista Científica Ciênc. Admin*, Fortaleza, num, 1, 2003, pp. 31-32.

⁵³ *Ídem*

⁵⁴ Carlota Pérez, *Technological Revolutions and Financial Capital: The dynamics of Bubbles and golden Ages*, Edward Elgar, Cheltenham, Reino Unido, 2002, p. 18.

capaz de generar una transformación en el consumo y el comportamiento de los individuos involucrados y la sociedad misma.⁵⁵

Una anotación pertinente es que, a pesar de la profundidad y amplitud que busca hacer este cambio, su consolidación se da de manera casi imperceptible. Schumpeter describe a la absorción social de una revolución tecnológica como un proceso de destrucción creadora, esto quiere decir que los sistemas viejos o anteriores no son destruidos ni tampoco lo nuevo se crea desde cero, sino que lo nuevo se inserta en lo viejo y genera una transformación desde su interior por lo cual estos cambios no son notorios pero sí efectivos,⁵⁶ esto sin olvidar que no es un cambio tangible y disruptivo, sino que, al igual que la transición, es un proceso tardado y que se realiza en gran medida de manera cognitiva, donde la tecnología misma cambia las percepciones y los usos de ciertos sistemas organizativos junto con sus respectivos productos.

Para las empresas, el cambio recae principalmente en las gerencias. Para una empresa apegada a un modelo o paradigma viejo, puede resultar sumamente complicado realizar este cambio debido a que, al mismo tiempo que la empresa se reorganiza, ésta reentrena a su personal bajo el nuevo concepto del paradigma, establece nuevos mecanismos y cambio de cultura y tecnología al mismo tiempo que sigue produciendo, atiende a sus respectivos mercados y garantiza su rentabilidad presente y futura.

Esto puede resultar complicado al tomar en cuenta las posibles resistencias de quienes temen perder su poder o enfrentar la desvalorización de su experiencia, al igual que enfrenta la posible avalancha de jóvenes que buscan tener éxito con el uso del nuevo paradigma; por ello, estos cambios son muy desiguales en tiempo a pesar de encontrarse con significativas igualdades de condiciones entre empresas debido a que, así como se avanza en ciertos sectores, se retrocede en otros mientras que se experimenta en otras áreas y se consolidan nuevas prácticas.⁵⁷

La existencia de un paradigma tecnoeconómico supone la existencia de un modelo guía el cual se encuentra presente en una época predeterminada y

⁵⁵ Carlota Pérez, "El cambio de paradigma en las empresas como proceso de cambio cultural" en *Revista Científica Ciênc. Admin*, Fortaleza, núm., 1, 2003, pp. 33.

⁵⁶ *Ibidem*, p.34.

⁵⁷ *Ibidem*, p. 35.

es el resultado de un proceso social complejo y en gran medida tácito. En cada revolución tecnológica, los nuevos emprendedores tienen que desarrollar nuevas prácticas para obtener el máximo provecho de estas recientes tecnologías, las cuales a su vez se difunden hacia nuevas ramas que se actualizan y transforman aumentando así la competitividad que solamente puede ser expresada en grandes éxitos de mercado y desagradables sorpresas para aquellos rezagados en el cambio paradigmático, dando pauta al proceso de observación, imitación, adaptación y reformulación con reconocimiento de los rasgos del viejo modelo que se encuentra normalizado.⁵⁸

1.2.1 Diferencias entre Revolución Tecnológica y Paradigma Tecnoeconómico.

El concepto de paradigma tecnoeconómico puede llegar a confundirse con el de revolución tecnológica; sin embargo, es necesario aclarar que ambos conceptos no son iguales pero sí complementarios e inseparables debido a que no se puede entender el uno sin el otro.

Carlota Pérez explica que una revolución tecnológica puede ser definida como un grupo altamente visible y poderoso de nuevas tecnologías dinámicas, productos e industrias capaces generar una convulsión al sistema económico como se conoce a lo largo de su desarrollo. Es un conjunto -o constelación, en palabras de Pérez- altamente interconectado de innovaciones técnicas, generalmente acompañadas de alguna característica que les permite ser de bajo costo; a menudo puede ser de una nueva forma de energía; algunas veces puede ser de algún material significativamente capaz de alterar y generar nuevos productos y procesos o; puede venir acompañado de una nueva infraestructura lo cual, al final de todo, significa un cambio en la frontera de la velocidad y fiabilidad de su transporte y comunicación a costos menores.⁵⁹

La irrupción de estos *clusters* o grupos de innovación se da principalmente en las industrias dentro de un periodo corto que, apegados a su capacidad de difusión y esparcimiento a industrias más allá de las que fueron originalmente creadas; así como posibilidad de crear un reemplazo masivo de un set de

⁵⁸ *Ibidem*, p. 36.

⁵⁹ Carlota Pérez, *Technological Revolutions and Financial Capital: The dynamics of Bubbles and golden Ages*, Edward Elgar, Cheltenham, Reino Unido, 2002, p. 8.

tecnologías a otro; además de la renovación o modernización del equipo, procesos y operaciones existentes; con una alta facilidad de atraer nuevos emprendedores que generen grandes movimientos en el mercado bursátil; son razones más que suficientes para que se le pueda ser llamada como una revolución tecnológica.⁶⁰

El conjunto de características mencionadas a su vez provee nuevos principios organizacionales que permiten fomentar un salto cuántico en el potencial de productividad de todas las actividades económicas que puede ser traducido en mayores ingresos y en un crecimiento de la burbuja de especulación financiera que, cuando llega a explotar, la industria, su infraestructura y el sistema económico ya se encontrarán fuertemente establecidas bajo un régimen constituido como nuevo “sentido común”.⁶¹

Este nuevo sentido común ingresa con la difusión de estas herramientas en conjunto -en procesos fuertes, suaves o ideológicos-, que modifican directamente la frontera de la “mejor práctica” la cual se consolida bajo el nombre de paradigma tecnoeconómico.⁶² Se le reconoce como paradigma porque define el modelo organizacional y el territorio en que se implementa la innovación práctica “normal” promoviendo su éxito para quienes sigan los principios establecidos por esta práctica normalizada en el núcleo de la industria.⁶³

Se dice que este paradigma es tecnológico por la implementación instrumental de un set de tecnologías traídas desde el seno de una revolución tecnológica mientras que el sentido económico se consolida con el cambio en el precio relativo de la estructura que guía a los agentes económicos hacia un uso intensivo de tecnologías más poderosas tras una transformación tecnológica.⁶⁴

Cada revolución tecnológica es entonces una explosión de nuevos inventos, industrias e infraestructuras, generalmente tangibles, que cuentan con la capacidad de introducir cambios significativos en la dirección del crecimiento económico o el desarrollo; no obstante, ello no significa que por su propia capacidad de cambio lo hagan. Los cambios se reflejan en un paradigma tecnoeconómico que a su vez trae nuevos emprendedores, innovadores,

⁶⁰ *Ídem*

⁶¹ *Ibidem*, p.4.

⁶² *Ibidem*, p. 8.

⁶³ *Ibidem*, p. 9.

⁶⁴ *Ídem*

inversores, gerentes y consumidores que, con sus respectivas decisiones individuales e interacciones, propagan este paradigma y la revolución tecnológica como un conjunto inseparable.⁶⁵

Tomando en cuenta las aportaciones de Simon Kuznets, existen tecnologías capaces de introducir cambios significativo en la dirección del crecimiento que, en este contexto, es un crecimiento económico, a las cuales se le denominan innovaciones de época (*epochal technologies*); es decir, ciertas tecnologías, que por la capacidad de cambio con la que cuentan, logran reflejar los cambios que generan en la época en que se encuentran a través de características distintivas como el crecimiento económico que supone su aplicación.⁶⁶

El efecto de estas tecnologías debe ser estudiado con cuidado ya que en diversas ocasiones se puede caer en análisis deterministas y vacíos que no toman en cuenta los antecedentes de la necesaria aceptación pública que llega junto al cambio de paradigma tecnoeconómico debido a que, así como las transiciones, las épocas son un proceso dinámico que no se pueden visualizar de manera estática sino como un movimiento emergente y que posteriormente desaparece frente a la llegada de una innovación más y su respectivo cambio paradigmático.

Cada revolución tecnológica, con su característico conjunto de tecnologías y paradigma práctico irrumpe en un país en particular, incluso en alguna región; sin embargo, mantiene la misma propagación que una transición energética, donde el set tecnológico surge en un país-núcleo y de ahí es altamente difundido y se propaga hacia la periferia en desarrollos diferenciados en todos los países que toca pues, una transición energética es en sí misma una revolución tecnológica.

Se sugiere que para que una sociedad gire fuertemente en la dirección de una nueva tecnología, práctica, infraestructura, etcétera, debe existir un atractivo altamente visible que simbolice todo el nuevo potencial y capacidad de tecnología el cual, es impulsado desde la imaginación empresarial de las o los

⁶⁵ Cfr. Carlota Pérez, *Technological Revolutions and Financial Capital: The dynamics of Bubbles and golden Ages*, Edward Elgar, Cheltenham, Reino Unido, 2002, p. 9-10.

⁶⁶ *Ídem*

pioneros del clúster⁶⁷ haciendo ver una vez más que no es únicamente un cambio tecnológico que se pueda dar de manera intrínseca con la existencia de la tecnología misma.

Una revolución tecnológica es también un proceso complejo que lleva consigo una serie de interdependencias con múltiples industrias y con más de una red de infraestructura. En múltiples ocasiones el potencial de cambio de la revolución y su respectivo paradigma se encuentra en la interconexión de lo nuevo y lo viejo; es decir, muchas veces los productos ya existían y funcionaban de otras maneras pero es hasta la llegada de otro producto, modelo o energía que permiten que el cambio sea visible.⁶⁸

Un ejemplo muy claro de lo anterior es el uso del petróleo el cual, para 1880 ya era utilizado para múltiples propósitos e incluso era una industria muy activa pero no fue hasta la llegada del motor de combustión interna que se le dio una función distinta, en este caso, para alimentar a los vehículos. Asimismo, la existencia del aprovechamiento del acero en una revolución posterior y la creación del sistema de producción en masa por parte de Henry Ford, permitieron, en su conjunto, que la industria automotriz y el petróleo como energético conformaran un cambio sumamente importante y visible para el Siglo XX e inicios del XXI.⁶⁹

Cada revolución combinada es capaz de redefinir nuevas industrias y nuevos productos. Es el momento en que los descubrimientos tecnológicos catalogados como críticos se articulan dentro de un poderoso, interactivo y coherente grupo de negocios remunerables y con una influencia en todo el mercado que puede lograr penetrar más y nuevos territorios. Es de esta manera que las revoluciones se van nutriendo de las infraestructuras, tecnologías, fuentes energéticas y recursos existentes para utilizar sus canales de acción y mostrar un cambio avanzado el cual pueda demostrar sus avances frente a las viejas infraestructuras sin que ello signifique una violenta disrupción. Las tecnologías se aprovechan del contexto, las condiciones existentes y de los productos disponibles para hacer el cambio.⁷⁰

⁶⁷ *Ibidem*, p. 11.

⁶⁸ *Ibidem*, p. 13.

⁶⁹ *Ídem*

⁷⁰ *Ibidem*, p. 20.

La irrupción de una serie de poderosas dinámicas y nuevas industrias acompañadas de una infraestructura facilitadora tienen grandes consecuencias sistemáticas en las industrias y en la dirección en que las inversiones se realizarán durante ese periodo; pero, como se indicó anteriormente, los anteriores modelos tecnológicos y organizacionales no pueden obtener una ventaja del potencial de un día a otro, haciendo patente la necesidad de revelar un nuevo método de hacer las cosas dentro de la economía, la industria, los usos convencionales, etc. lo cual, inevitablemente, nos lleva a un cambio de paradigma.⁷¹

Un paradigma tecnoeconómico es entonces, un modelo de “mejor práctica” creado por un conjunto de profundos principios de tecnologías y principios organizacionales que explican la manera más efectiva de aplicar la nueva revolución tecnológica en toda la economía. Una vez adoptados estos principios, pasan a ser la base del sentido común en el imaginario colectivo para organizar cualquier actividad y estructura de toda institución que desee adherirse al nuevo modelo organizativo.⁷²

La aparición de un nuevo paradigma tiene efectos en el comportamiento de la innovación y la inversión en un sentido que puede ser comparado con el descubrimiento de un nuevo territorio ya que genera en los roles alrededor del invento una capacidad creadora de riqueza, capaz de generar prácticas exitosas y comportamientos que posteriormente se definirán como la frontera de la “mejor práctica”. Esto a su vez trae consigo el aumento de externalidades y condicionantes que incluyen la experiencia y el entrenamiento de los consumidores para aumentar el ritmo del cambio. Únicamente el éxito será la señal de que la dirección de este cambio se encuentra bien encaminada y es una verdadera ventana de oportunidad.⁷³

De esta manera el nuevo paradigma tecnoeconómico se convierte en el generalizado “sentido común” que gradualmente se encuentra a sí mismo dentro de prácticas sociales, una legislación política y demás componentes institucionales que facilitan las innovaciones compatibles y dejando de lado

⁷¹ *Ídem*

⁷² Carlota Pérez, *Technological Revolutions and Financial Capital: The dynamics of Bubbles and golden Ages*, Edward Elgar, Cheltenham, Reino Unido, 2002, p. 15.

⁷³ *Ibidem*, p. 16.

aquellas que no lo son, abriendo un proceso de inclusión y exclusión que siembra la raíz para el siguiente cambio técnico que puede culminar con la existencia de una nueva revolución tecnológica.⁷⁴

Existen múltiples variantes de un mismo paradigma aunque se apliquen los mismos principios ya que, la visión futurista de quien busca implementar este nuevo modelo debe adaptarse a su contexto inicial para encontrar los modelos más eficientes y productivos que sean capaces de sostener el actual estilo de vida. Es un proceso que se extiende por décadas en su totalidad; sin embargo, cada empresa y cada institución atraviesa un camino modernizador donde copia, adapta, adopta, experimenta e innova para crear su propio modelo paradigmático.⁷⁵

Es así como surgen prácticas exitosas que se ponen de moda y modelan un sentido común que gradualmente se encarna en las prácticas cotidianas y se unen a principios aplicables en distintas situaciones, en diferentes contextos, de múltiples maneras hasta que el nuevo sentido común se va propagando y generalizando hasta hacerse natural y, eventualmente, imperceptible: “la moda se va volviendo norma”.⁷⁶

A través de cada uno de los períodos en que se consolida el nuevo paradigma, se ganan aprendizajes que dan a su vez nuevos modos de pensar y hacer las cosas, aspecto que al mismo tiempo deja residuos culturales. Algunos de estos residuos logran adaptarse a la nueva rutina pero existen otros métodos que se consolidan mejor en las últimas prácticas creando así una práctica organizacional nueva.⁷⁷

En múltiples ocasiones, de manera casi imperceptible, los cambios llevados a cabo se mueven de moda gerencial a otra, de un modelo organizacional a otro y esto moldea un cambio integral que puede variar según la empresa en que se esté pues cada una genera su propia modernidad, influida por la cultura previa con la que trabajaban, su propio contexto nacional, las características del sector y de sus productos y sus segmentos de mercado, la

⁷⁴ Carlota Pérez, “El cambio de paradigma en las empresas como proceso de cambio cultural” en *Revista Científica Ciênc. Admin*, Fortaleza, núm., 1, 2003, pp. 36.

⁷⁵ *Ídem*

⁷⁶ *Ibidem*, p.37.

⁷⁷ *Ibidem*, p.39.

personalidad de sus líderes y la composición de su personal. Los modelos pueden ser los mismos pero los resultados serán diferentes en cada empresa.⁷⁸

Dadas las anteriores especificaciones, se entiende que el concepto de paradigma tecnoeconómico es un concepto más integral y complicado de manejar que el de revolución tecnológica. Es importante utilizar este concepto según sea su caso particular pues de esta manera es más sencillo identificar las características de la dirección del cambio en términos organizacionales, empezando por el conjunto de principios comunes detrás del entendimiento general que crece entre los tomadores de decisiones.

Carlota Pérez muestra que identificar un paradigma tecnoeconómico es una tarea demandante. Un paradigma es similar a un mapeo mental en el que se evalúan las mejores prácticas y se plantea un mejor entendimiento con las tecnologías genéricas y más penetrantes de la época. Estas tecnologías genéricas son fáciles de identificar: la mecanización, la máquina de vapor, la electricidad, la producción en masa, las Tecnologías de la Información y el Conocimiento (TIC), son ejemplos muy visibles; no obstante, los principios y guías de los paradigmas son menos obvias; por lo cual, múltiples analistas crean tablas comparativas de “antes y después” -como la Tabla 2- para indicar la dirección precisa del cambio en una mejor práctica competitiva pero, es importante recordar que los cambios no son estáticos y no se encuentran limitados a la organización de la producción sino que se desenvuelven estrechamente con la estructura de la empresa u institución, con sus formas de propagación geográfica, la estructura geopolítica y social del espacio y cómo se apega a los ideales de la época.⁷⁹

Es importante recalcar que Pérez, tal como se ve en la tabla, considera la existencia de una quinta revolución industrial, la cual, para múltiples analistas se encuentra dentro de la denominada Tercera Revolución Industrial pues, para el año en que Carlota Pérez realiza estas apreciaciones, no existía la noción de una Cuarta Revolución Industrial acuñada por Klaus Schwab; la cual, encaja mejor en el contexto actual, especialmente porque las tecnologías genéricas penetrantes mostradas en el cuadro anterior fueron montadas sobre tecnologías

⁷⁸ *Ibidem*, p. 40.

⁷⁹ Carlota Pérez, *Technological Revolutions and Financial Capital: The dynamics of Bubbles and golden Ages*, Edward Elgar, Cheltenham, Reino Unido, 2002, p. 16.

que posteriormente serían asociadas a la industria 4.0, propias del paradigma tecnoeconómico actual.

Tabla 2.

Comparación de paradigmas organizativos según Carlota Pérez		
Modelo organizativo de la producción en masa (4a revolución)	Tecnologías genéricas penetrantes	Modelo organizativo de la era de la información (5a revolución)
<ul style="list-style-type: none"> -Producción en masa / mercados masivos. -Economías de escala dependientes del volumen de producción y de mercado. -Integración horizontal. -Estandarización de productos. -Energía basada en el petróleo. -Organización basada en pirámides jerárquicas. -Centralización de operaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> *Microprocesadores *Computadoras *Internet 	<ul style="list-style-type: none"> -Segmentación de mercados entre lo global y lo local. -Conocimiento e información como capital de valor intangible. -Integración de redes. -Heterogeneidad, diversidad y flexibilidad de productos y servicios. -Energía basada en la electricidad. -Organización horizontal. -Descentralización de operaciones con un núcleo común.

Fuente: Elaboración propia con información de Carlota Pérez, *Technological Revolutions and Financial Capital: The dynamics of Bubbles and golden Ages*, Edward Elgar, Cheltenham, Reino Unido, 2002, p. 18.

El paradigma, entonces, se asienta en un sentido común y una lógica silenciosa que se refuerza con la naturaleza y las capacidades tecnológicas disponibles, aspecto que logra que la difusión se propague gradualmente y se replique en instituciones con diferentes funciones. Es así como el paradigma tiene una función dicotómica: como impulsor, que promueve el modelo que puede ser seguido por todos con una configuración de larga duración y; como un alentador, que debido a la larga propagación del propio paradigma, una vez que se asiente y tome forma del nuevo sentido común, será el principal obstáculo

para la siguiente revolución y el siguiente modelo organizacional que llegue consigo.⁸⁰

Para cerrar, es necesario recordar que el rango de transformación de las revoluciones tecnológicas y de los paradigmas tecnoeconómicos no solamente quedan en el campo económico, sino que toca a su vez desde aspectos políticos hasta ideológicos, los cuales afectan directamente la velocidad y potencial del cambio.⁸¹

El secreto del cambio paradigmático entonces reside en eludir dos peligros: el primero es confundir los hábitos y rutinas adquiridos en el viejo paradigma como “rasgos culturales” a conservar y; dos, tomar principios del paradigma -o los métodos de algún consultor- como recetas médicas a seguir al pie de la letra. Con el tiempo, si éstas se adoptan inteligentemente, tomando en cuenta los aspectos anteriormente mencionados, la idiosincrasia del grupo adoptante, su imaginario colectivo volcado en el nuevo paradigma se convertirá rápidamente en un estilo propio y encontrará eficazmente una forma de organizarse y operar con éxito adelantándose a aquellos grupos resistentes al cambio.⁸²

1.2.2 Hacia un nuevo paradigma tecnoeconómico: del petróleo a la electricidad.

Desde mediados del siglo anterior e inicios de éste, existe una superioridad en el sistema energético, el cual, basado en energías fósiles, se ha establecido como la fuente de energía predominante en la forma en que se realizan múltiples procesos productivos, en cómo se abastece el transporte y la vida diaria en general; sin embargo, múltiples razones medioambientales, económicas, tecnológicas, etc., han demostrado que este sistema energético es insostenible y se aleja de las metas comunes que mantienen varias naciones para comenzar la descarbonización de la atmósfera terrestre y extender la vida en el planeta.

La existencia de este modelo de producción tradicional remarca la forma en que el paradigma tecnoeconómico basado en energías fósiles necesita una

⁸⁰ Cfr. Carlota Pérez, *Technological Revolutions and Financial Capital: The dynamics of Bubbles and golden Ages*, Edward Elgar, Cheltenham, Reino Unido, 2002, p.19.

⁸¹ *Ídem*

⁸² Carlota Pérez, “El cambio de paradigma en las empresas como proceso de cambio cultural” en *Revista Científica Ciênc. Admin*, Fortaleza, núm., 1, 2003, pp. 41.

reformulación capaz de erradicar la contaminación producida por el modelo tradicional sin que la vida se altere tal y como se conoce; es decir, se perfila la necesidad de usar un paradigma tecnoeconómico energético distinto el cual, pueda asegurar la satisfacción de las necesidades humanas sin que afecte al mismo tiempo la integridad global hacia el futuro, abriendo paso a una transición energética con su respectivo paradigma energético basado en energías renovables.

Se dice que el sistema tradicional basado en energías fósiles es insostenible porque se remarca la necesidad de tener un sistema energético sostenible capaz de mantener patrones de producción y consumo compatibles con el sistema económico, político y social actual, que a su vez logre satisfacer las necesidades presentes sin comprometer las futuras⁸³, aspecto que con combustibles fósiles ya no es posible; por ello, se hace énfasis en las innovaciones tecnológicas, las energías renovables y los esfuerzos políticos y empresariales para lograr su cometido.

Para que un modelo energético pueda ser considerado como sostenible, necesita cubrir con las siguientes características:

- Seguridad energética: el modelo energético debe garantizar el suministro energético a precios razonables para que los consumidores puedan adquirirlo.
- Competitividad: No debe representar un peligro a la economía del sistema y debe mantenerse competente con otros diversos métodos de obtención de energía.
- Sostenibilidad ambiental: La producción y el consumo de este modelo no debe suponer un impacto ambiental inasumible para su entorno.⁸⁴

Si se toma como modelo de análisis inicial al paradigma tradicional de energía basado en las energías fósiles, poco a poco cada uno de los puntos anteriores demuestran la razón por la cual este sistema se considera como insostenible a futuro. Se hace patente la necesidad de cambiar de paradigma a

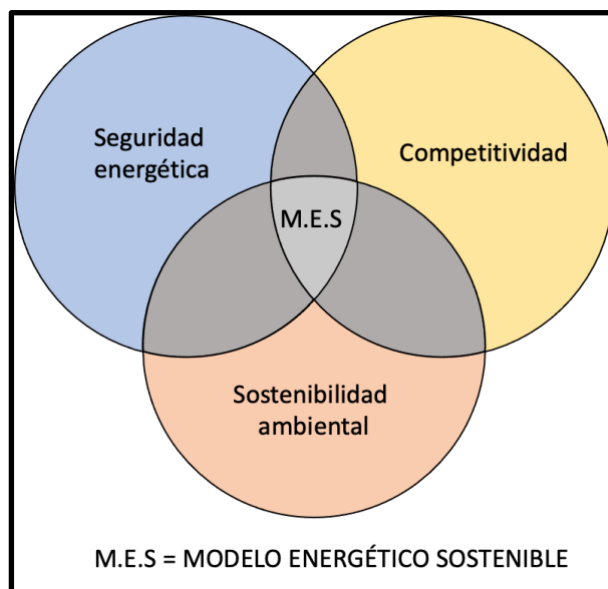
⁸³ Energía y Sociedad, “Insostenibilidad del sistema y vías de solución” en Manual *de la Energía* [en línea], España, Dirección URL: https://www.energiaysociedad.es/manenergia/1-6-insostenibilidad-del-sis-tema-energetico-y-vias-de-solucion/#_ftnref46 [consulta: 30 de septiembre de 2021].

⁸⁴ *Ídem*

pesar de que la demanda de combustibles fósiles, principalmente el petróleo y gas natural, se mantendrá en aumento al menos un 30% hacia el año 2040.⁸⁵

Figura 2.

Modelo energético sostenible



Fuente: Elaboración propia con información de Energía y Sociedad, "Insostenibilidad del sistema y vías de solución" en *Manual de la Energía*, [en línea], España, Dirección URL:https://www.energiaysociedad.es/manenergia/1-6-insostenibilidad-del-sistema-energetico-y-vias-de-solucion/#_ftnref46

Es importante recordar que esta transformación lleva bastantes años en consolidarse por las múltiples consideraciones que deben ser tomadas en cuenta al momento de hablar de una transición energética, eliminando así determinismos conceptuales como una violenta disrupción debido a que no es una propuesta que tome en cuenta la realidad de diversos países del mundo.

En primer lugar, desde una perspectiva económica, se debe tomar en cuenta que los combustibles fósiles son recursos naturales finitos los cuales, tarde o temprano verán comprometida su disponibilidad haciendo que el precio futuro del petróleo, el carbón y el gas natural aumente debido a la escasa oferta que llegará a tener; asimismo, el precio del petróleo será el más afectado debido a las múltiples políticas ambientales para bajar las emisiones que este recurso

⁸⁵ *Ídem*

produce debido a que es el responsable del 82% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).⁸⁶

No se debe olvidar que naciones con dependencia energética al exterior, específicamente al petróleo, se verán altamente afectadas por las variaciones que puedan suceder en los países y empresas dueñas de este recurso. Debido a que el valor del mismo depende de las circunstancias de los países de origen, aquellas naciones que dependen del energético sufrirán las consecuencias de conflictos que puedan traer a sus territorios la baja o aumento en los precios, la escasez o abundancia de éste, tal como sucedió en el conflicto entre Arabia Saudita y Rusia a inicios del año 2020 donde la guerra de precios entre estos dos estados hundió el valor del petróleo en plena pandemia generada por el coronavirus⁸⁷, así como el reciente caso de la guerra entre Rusia y Ucrania que ha agravado el suministro del petróleo principalmente hacia Europa y Estados Unidos.⁸⁸

En una perspectiva medioambiental, el modelo tradicional mantiene su posición de insostenible porque el mantenimiento de este sistema implicaría una relación directa entre el sistema energético y el aumento de los gases de efecto invernadero, los cuales no permitirían cumplir con las metas establecidas en los Acuerdos de París donde se busca evitar que la temperatura ambiental aumente 2°C en los años venideros.⁸⁹

Por su parte, en un contexto social donde la Industria 4.0 penetra a pasos agigantados en la sociedad por los procesos que ha catalizado la pandemia por COVID-19, se hace patente la necesidad de mejorar la obtención de energía relacionada directamente a la electricidad pues, la conectividad que implica el mantenimiento de estos procesos y servicios en el panorama tecnológico actual se relacionan directamente con la energía eléctrica, especialmente en centros urbanos y empresariales; por lo tanto, el mantenimiento del sistema tradicional

⁸⁶ Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, *Descripción general de los gases de efecto invernadero* [en línea], Dirección URL: <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/descripcion-general-de-los-gases-de-efecto-invernadero> [consulta: 4 de octubre de 2021].

⁸⁷ S/a, "Arabia Saudita vs Rusia: la guerra de precios que hundió el valor del petróleo y las bolsas mundiales en medio de la crisis por coronavirus" en *BBC News Mundo* [en línea], 9 de marzo de 2020, Dirección URL: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-51796524> [consulta: 30 de septiembre de 2020].

⁸⁸ S/a, "Rusia y Ucrania: cuánto depende el mundo del petróleo y el gas ruso (y cuál es la situación en América Latina)", *BBC News Mundo* [en línea], 8 de marzo de 2022, Dirección URL: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-60653250> [consulta 13 de julio de 2022].

⁸⁹ Energía y Sociedad, *op. cit.*

fósil impide el acceso y el avance de implementaciones tecnológicas relacionadas con la obtención de energía enfocada a la electricidad de manera sustentable que a su vez, no permiten que dichos avances lleguen a la población en general con implicaciones negativas en términos de desarrollo y potencial económico.⁹⁰

La insostenibilidad del sistema energético actual demuestra que día con día, tanto económicamente como socialmente, es necesario un cambio en el modelo energético que permita mantener un estilo de vida similar al que se tiene actualmente, abriendo una ventana de oportunidad para la implementación de un nuevo paradigma tecnoeconómico que tome en cuenta las anteriores apreciaciones y permita al mismo tiempo un diálogo de saberes, en palabras de Enrique Leff, donde los avances tecnológicos forman una parte de una solución hacia un futuro sustentable.⁹¹

Esta realidad plantea la necesidad de avanzar hacia la construcción de un paradigma que tenga como finalidad la reducción de la dependencia económica hacia los combustibles fósiles que aumentan los GEI y perpetúan los problemas ecológicos relacionados con su uso, aspecto que permite un diálogo enfocado a múltiples soluciones las cuales, catalogadas por la plataforma de Energía y Sociedad pueden dividirse en soluciones de oferta y de demanda.

Dentro de las soluciones de demanda se destacan aquellas que consisten en acciones encaminadas al uso más eficiente de energía, particularmente en los usos finales; es decir, se busca generar una concientización que disminuya el consumo energético en el grueso poblacional y empresarial en áreas como la iluminación, calefacción, refrigeración, transporte, etc.⁹²

Asimismo, en las soluciones de oferta se encuentran aquellas orientadas a un paradigma tecnoeconómico que permite la creciente implementación de tecnologías encaminadas a la descarbonización de los procesos de producción actuales y fomenten el uso de energías renovables las cuales terminan con las pretensiones empresariales y políticas del mantenimiento de energías fósiles.⁹³

⁹⁰ *Ídem*

⁹¹ *Ídem*

⁹² *Ídem*

⁹³ *Ídem*

En el marco de las soluciones de oferta enfocadas a la implementación de energías renovables, se encuentran múltiples ventajas de las que destacan el hecho de que éstas, especialmente aquellas relacionadas con la creación de energía eléctrica, se basan en recursos autóctonos como el viento y el sol, aspecto que disminuye la dependencia económica al exterior por combustibles fósiles; de igual manera, no son emisoras de dióxido de carbono (CO₂) y, particularmente para naciones importadoras, mejora la balanza de pagos de aquellos países que traen el petróleo de otros territorios.⁹⁴

A pesar de las múltiples oportunidades que representan las energías renovables, su transición hacia este nuevo paradigma aún encuentra obstáculos en diversas áreas, comenzando por la política, donde las acciones gubernamentales globales como incentivar la inversión en esta materia, subvencionar precios de estos energéticos o no internalizar los costos ambientales, aún encuentran barreras que no les permiten generar una difusión adecuada; de igual manera, las tecnologías relacionadas al nuevo paradigma, aún por estar en fases iniciales, son caras y no cuentan con un acceso global.⁹⁵

Uno de los obstáculos más grandes respecto al potencial tecnológico y que aún debe encontrar una forma de solución, es el hecho de que las máquinas creadoras de energía eléctrica y que llevan la delantera en la aceptación política para la instalación de infraestructura, todavía no son capaces de dotar de energía o potencia firmemente; es decir, su capacidad es intermitente y, por lo tanto, complicada de gestionar⁹⁶ debido a que la dependencia del viento o del sol no es generalizada en todas las latitudes de la tierra.

Finalmente, el reto más grande que mantienen las energías renovables frente a las fósiles es la necesaria y elevada inversión en infraestructura.⁹⁷ Como mencionó Smil, la infraestructura es vital para la instalación exitosa de una transición energética⁹⁸ y mientras existan barreras políticas y económicas impuestas por los grandes conglomerados energéticos, dicha infraestructura no

⁹⁴ Energía y Sociedad, “Insostenibilidad del sistema y vías de solución” en *Manual de la Energía* [en línea], España, Dirección URL: https://www.energiaysociedad.es/manenergia/1-6-insostenibilidad-del-sistema-energetico-y-vias-de-solucion/#_ftnref46 [consulta: 30 de septiembre de 2021].

⁹⁵ *Ídem*

⁹⁶ *Ídem*

⁹⁷ *Ídem*

⁹⁸ Cfr. Enrique Leff, “Racionalidad ambiental y diálogo de saberes: significancia y sentido en la construcción de un futuro sustentable” en *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana*, vol. 2, núm. 7, 2004, Chile.

llegará de manera acelerada pues requiere la actualización, reformulación y desintegración de la infraestructura ya existente para así dar entrada a la nueva generación de tecnología llevada de la mano por la industria privada en conjunto a los esfuerzos estatales. Para lograr esto, es necesario conocer las causas de la transición energética a nivel mundial.

1.3 Causas de la transición energética global. Consideraciones políticas, económicas, tecnológicas y sociales.

En múltiples países del mundo se están llevando a cabo las primeras etapas de una transición energética, aspecto que conlleva también un cambio de paradigma energético. Existen diversas razones por las cuales este proceso avanza de manera acelerada e incluso, con medidas institucionales agresivas, las cuales muestran la necesidad de modificar sustancialmente la manera en que se energizan las sociedades, las empresas y el mundo en general.

El cambio energético va de la mano con las grandes problemáticas mundiales relacionadas con la explotación del medio ambiente terrestre las cuales, a su vez se vinculan con el consumismo exacerbado, consecuencia del sistema económico capitalista que mantiene prácticas de explotación de recursos naturales no renovables y renovables y que lleva consigo escasez de agua, deforestación, residuos del propio consumo, contaminación del aire y del agua, pérdida de biodiversidad, etc.⁹⁹

El calentamiento global es uno de los retos más grandes a nivel global y se relaciona con los problemas medioambientales antes mencionados. En sí, el calentamiento global es una tendencia de incremento de la temperatura global del planeta que se ha observado durante los últimos 150 años y que se le atribuye a la contaminación humana, la tala de árboles y, particularmente a la quema de combustibles fósiles como el carbón y el petróleo.¹⁰⁰

Lamentablemente, existen posiciones de escepticismo o negación de la problemática del calentamiento global; sin embargo, múltiples estudios y el constante monitoreo de la temperatura global han determinado que la

⁹⁹ Arturo Moreno Almaraz, *Antecedentes y avances de la Transición Energética en el Siglo XXI* [en línea], p. 4, INEEL, Dirección URL: <http://transicionenergetica.ineel.mx/Articulos/C2n2v2.pdf>, [Consulta: 10 de octubre de 2021].

¹⁰⁰ *Ídem*

temperatura media de la Tierra ha experimentado un incremento de casi 1° Celsius si se compara con la temperatura media del Siglo XIX; asimismo, hay un incremento del CO₂ atmosférico el cual, aunque está ligado a procesos naturales, también se le atribuye su aumento acelerado a la tala de árboles y la quema de combustibles fósiles que a su vez intensifican el efecto invernadero.¹⁰¹

Bajo el mando de Naciones Unidas y la Organización Meteorológica Mundial (OMM), un grupo de aproximadamente 1300 expertos científicos creado desde 1988, en el año de 2014 en su Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos en el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), concluyeron que:

Existe una probabilidad mayor del 95% de que en los últimos 50 años las actividades humanas hayan calentado nuestro planeta, así como que los gases de efecto invernadero emitidos por los seres humanos hayan causado la mayoría del aumento observado en las temperaturas de la Tierra durante los últimos 50 años.

Las actividades industriales de las que depende nuestra civilización moderna han causado, en los últimos 150 años, el aumento de los niveles de dióxido de carbono en la atmósfera de 280 a 400 partes por millón. El IPCC también pronostica un aumento de la temperatura global de entre 1.4 y 5.5°C durante el siglo XXI, si no se toman acciones correctivas inmediatas.¹⁰²

Dichos descubrimientos demostraron que la situación mundial, en caso de que se mantengan los ritmos acelerados de explotación y consumo, será crítica, haciendo patente la necesidad de adaptar o modificar el estilo de vida vigente por uno que sea menos violento con el ambiente y que permita que en los ámbitos público y privado se establezcan nuevas formas de obtención de energía orientada a los procesos de manufactura y de generación de servicios en aras de mitigar los efectos de las problemáticas asociadas al calentamiento global, particularmente del cambio climático.

Es de esta manera que, para lograr estos objetivos, desde múltiples campos sociales se han tomado decisiones y se ha generado presión para cumplir con las metas establecidas en foros, convenciones y organismos internacionales. De esta manera, la problemática medioambiental, desde la década de 1970, ha detonado diversos movimientos sociales y ha propiciado la

¹⁰¹ *Ídem*

¹⁰² *Ibidem*, p. 5.

creación de organizaciones tanto de carácter público como privado que velen por la reducción de los contaminantes e incentiven la búsqueda de soluciones ante la inminente catástrofe ecológica global actual.

1.3.1 Consideraciones políticas en torno a la transición energética.

En el campo de las Relaciones Internacionales se comprende que cada Estado encuentra en el sistema internacional elementos que le permiten avanzar, a través de la cooperación internacional, en la solución de sus problemas y atender así necesidades de su población según sus circunstancias.

Esto ha sido reforzado por la problemática medioambiental, ya que se comprende como un reto global y se advierte que su única solución es atenderlo a través de la cooperación, haciendo imperante la implementación de instrumentos de alcance mundial capaces de establecer medidas armónicas para mitigar, eliminar, transferir y aceptar el fenómeno de los Gases de Efecto Invernadero a través de medidas institucionales y políticas articuladas globalmente.

Lo anterior se observa como un esfuerzo que históricamente ha tomado más fuerza y se puede encontrar, como caso específico, la propuesta realizada el 22 de abril de 1970 en Estados Unidos (EE. UU.) con la participación de más de 20 millones de personas para que el tema ambiental formara parte de su agenda gubernamental. En conmemoración de dicha protesta en pro del medio ambiente, se declaró el día 22 de abril como el Día de la Tierra.¹⁰³

Es importante resaltar que la acción aislada de crear un día de concientización no es suficiente para atender la problemática global; por ello, desde la década de 1980, se comenzó a abordar el fenómeno del calentamiento global y del cambio climático desde otro enfoque. Así, en 1988 las Naciones Unidas y la Organización Meteorológica Mundial crearon el ya mencionado IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) con el propósito de que reuniera toda la evidencia científica acerca del cambio climático y proporcionara

¹⁰³ *Ibidem*, p. 6.

recomendaciones a los países para modificar sus procesos y modelos de explotación dando como resultado su primer informe en 1990.¹⁰⁴

Los antecedentes anteriores sentaron las bases para la implementación de diversas cumbres relacionadas a las problemáticas climáticas como la Cumbre de la Tierra sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro, Brasil en 1992, lugar que sirvió como antesala para las dos convenciones que actualmente rigen las políticas medioambientales a nivel global: el Convenio sobre la Diversidad Biológica y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que entró en vigor en 1997.¹⁰⁵

Hacia 1997 nació el Protocolo de Kioto, un esfuerzo que ponía en funcionamiento el Convenio sobre el Cambio Climático¹⁰⁶ y que obligaba a que los países desarrollados redujeran sus emisiones de carbono entre el 5% y el 8%, entre los años 2008 y 2012, con relación a sus emisiones de 1990. Fue hasta el año de 2005 que dicho protocolo entró en vigor; sin embargo, en 2013 se decidió extenderlo en la Enmienda de Doha para un segundo período de compromiso¹⁰⁷ el cual tuvo como meta la reducción del 18% de las emisiones respecto a la fecha inicial de 1990. Aunque este protocolo no fue ratificado por todos los países, donde se destacan Estados Unidos y Canadá, múltiples de los países firmantes lograron la reducción del 22.5% frente al 5% estipulado originalmente.¹⁰⁸

En 2015 surgió el instrumento de alcance global más reciente para enfrentar de manera global el cambio climático: el Acuerdo de París. Aprobado el 12 de diciembre de 2015 dentro de la Conferencia de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (COP21), este acuerdo llegó a sustituir el Protocolo de Kioto a partir del año 2020. Dicho instrumento reúne las medidas acordadas por los países miembros para evitar que la temperatura del planeta suba por encima de los 2°C e idealmente permanezca por debajo de los 1.5°C respecto a los niveles industriales antes de 1880.¹⁰⁹

¹⁰⁴ *Ibidem*, p. 7.

¹⁰⁵ *Ídem*

¹⁰⁶ Naciones Unidas, “¿Qué es el Protocolo de Kyoto?” en UNFCCC [en línea], Dirección URL: https://unfccc.int/es/kyoto_protocol [Consulta: 10 de octubre de 2021].

¹⁰⁷ *Ídem*

¹⁰⁸ *Ídem*

¹⁰⁹ *Ídem*

Un rasgo que resalta en el Acuerdo de París, a diferencia del Protocolo de Kioto, es que éste incluye a todos los países independientemente a su desarrollo económico. Para el Protocolo de Kioto se tomaba en cuenta que las naciones desarrolladas e industriales reconocieran que son las principales responsables de las emisiones de GEI en la atmósfera¹¹⁰; mientras que el Acuerdo de París toma en consideración el aporte histórico de estas naciones pero engloba el problema para todos los países según sus circunstancias, alcances y desarrollo. Asimismo, las cuotas en el Acuerdo de París son voluntarias y no obligatorias, como lo eran en el Protocolo de Kioto.

La creación de estos instrumentos de alcance global ha impulsado que los países que se adhieren a los mismos consideren o se planteen objetivos y metas catalogadas como *Net-Zero*; es decir, en el mundo hay 132 países, los cuales son emisores de dos terceras partes de las emisiones de GEI en el mundo, que se han planteado objetivos de neutralidad de carbono. Los más grandes emisores del mundo tales como Estados Unidos, la Unión Europea y Japón plantearon que para el año 2050 sus emisiones de carbono serán de cero; mientras que China realizó la misma meta pero para el año 2060.¹¹¹

Este tipo de objetivos y metas compartidas en el mundo son en suma importantes pues, a largo y a mediano plazo, sientan una dirección clara del futuro que se busca y hacia dónde se debe dirigir la sociedad; no obstante, estos objetivos y medidas no son suficientes si se desea cumplir con las metas establecidas y hacen imperante la implementación de políticas públicas viables en cada país y que logren una armonía con los acuerdos globales.

Existe una tendencia y fijación política para alcanzar el *net-zero* a largo plazo y firmar convenios para el futuro; sin embargo, este tipo de procesos a tan largo plazo distrae la atención de las medidas que son necesarias para el corto plazo y que deben ser tangibles lo antes posible. Este tipo de objetivos de neutralidad de carbono son atractivos políticamente porque relegan la responsabilidad de los mandatarios actuales a aquellos que tomen el poder en años venideros, los cuales pueden, o no, cumplir con estas metas.

¹¹⁰ *Ídem*

¹¹¹ Kelly Sims Gallagher, "The Net Zero Trap: Countries Need to reduce Emissions Now, Not Just in the Distant Future" en *Foreign Affairs* [en línea], 30 de septiembre de 2021, Dirección URL: <https://www.foreignaffairs.com/articles/2021-09-30/net-zero-trap> [consulta: 15 de octubre de 2021].

De los 132 países con objetivos *net-zero*, únicamente 12 tienen estas metas plasmadas en su legislación y se encuentran dentro de la Unión Europea, por lo cual 116 países se encuentran con políticas internas sin ataduras legales para impulsar su cumplimiento y que únicamente liberan tensiones políticas a los líderes políticos a corto plazo.¹¹²

La implementación de políticas ambientales requiere de audacia política para evitar que la neutralización de carbono se convierta en un arma de dos filos y termine como una debilidad para las negociaciones del proceso global climático, ya que resulta más sencillo para un diplomático firmar acuerdos a largo plazo que comprometer a sus países por fallos e incumplimientos de las metas establecidas.¹¹³

Las Contribuciones Nacionales Determinadas (CND) que son el nombre formal de los objetivos *net-zero* son un paso inicial para guiar las normativas nacionales y sus respectivas actualizaciones cada cinco años según lo establecido en el Acuerdo de París muestran un relativo avance en esta materia; no obstante, se necesita consagrar en cada marco nacional, leyes que obliguen a mantener una política ambiental que no sólo refleje la voluntad clara del gobierno en turno para alcanzar sus objetivos climáticos sino que también facilite la planificación, mejore la seguridad de las inversiones en esta materia, aumente la aceptación en la sociedad y refuerce la transparencia.¹¹⁴

La realidad dista de lo planteado por los marcos institucionales. Tan sólo en las cuotas de carbono presentadas en noviembre de 2015 por 183 países la temperatura promedio del planeta aumentaría entre 2.7% y 3.5% si se mantienen los ritmos de consumo y contaminación aún con las medidas antes explicadas.¹¹⁵

Ya hacia la actualidad, a pesar de las crisis económicas y la baja de emisiones que trajo consigo la llegada del Covid por el cierre de actividades a inicios de 2020, las emisiones llegaron a un avance superior en un 2% en diciembre de 2020 respecto a las emisiones de diciembre de 2019 sin

¹¹² *Ídem*

¹¹³ *Ídem*

¹¹⁴ Net Zero 2050, *Leyes climáticas en Europa: Buenas prácticas en la gestión de cero emisiones netas (resumen)* [en línea], Febrero 2020, Dirección URL: https://www.ecologic.eu/sites/default/files/publication/2021/2154-ecf_governance_summary_spa_translation_v4.pdf [consulta: 15 de octubre de 2021].

¹¹⁵ Arturo Moreno Almaraz, *op. cit.*, p.7.

pandemia¹¹⁶ una vez que se comenzaron a retomar las actividades con relativa normalidad.

Es por el anterior ejemplo que los esfuerzos globales deben encaminarse a acciones inmediatas en el marco interno de cada nación que “reduzcan las emisiones de CO₂ que se generan por la quema de combustibles y otras actividades sean reducidas al máximo que se pueda para que, por medio de acciones como la siembra de bosques, la captura de carbono y su almacenamiento y tecnologías nuevas, se pueda compensar la contaminación generada por los GEI”, en palabras Claudio Forner, experto de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.¹¹⁷

La necesidad de una transición energética con su respectivo cambio paradigmático se hace vigente más que nunca para alcanzar los objetivos del Acuerdo de París y se incentive a las naciones con incertidumbre de unirse a este proceso. Según una publicación por la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA, por sus siglas en inglés) se considera que los planes gubernamentales actuales están aún muy lejos de satisfacer las necesidades de reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, existiendo una alta probabilidad de que los combustibles fósiles continúen predominando en la matriz energética global durante décadas, por lo que es necesario impulsar las energías sustentables y la eficiencia energética en todos los sectores ya que son opciones óptimas en el marco tecnológico para lograr una reducción sustancial con la rapidez necesaria.¹¹⁸

1.3.2 Consideraciones económicas en torno a la transición energética.

La problemática medioambiental se constituye como un obstáculo para aquellas naciones y empresas que buscan sostener modelos energéticos apegados al paradigma tradicional y así minimizar el impacto que tendría en sus ganancias económicas transitar hacia un nuevo modelo sustentable; por ello, se hace patente la necesidad de tomar en cuenta los factores económicos para que más

¹¹⁶ Kelly Sims Gallagher, *op. cit.*

¹¹⁷ Kibae Park, “Llegar a cero emisiones netas de carbono para 2050, ¿es posible?” en *Naciones Unidas* [en línea], 30 de octubre de 2021, Dirección URL: <https://news.un.org/es/story/2019/10/1464591> [consulta: 18 de octubre de 2021].

¹¹⁸ Arturo Moreno Almaraz, *op. cit.*, p.8.

países e industrias puedan alinearse al camino marcado por los Acuerdos de París sin que necesariamente haya pérdidas económicas que no permitan acceder a una transición energética adecuada y libre de emisiones de carbono.

Es visible la existencia de consenso acerca de la necesidad de cambiar las políticas actuales para reducir los niveles de carbono en la atmósfera terrestre; sin embargo, la reducción de la huella de carbono requieren iniciativas que incentiven el cambio de conducta para acelerar la transición y que a su vez permita la entrada de tecnologías verdes¹¹⁹ pues se entiende que conforme la mitigación de carbono se lleve a cabo, las inversiones aumentarán; sin embargo, este reto exigirá inversiones billonarias, públicas y privadas y permitirá la creación de empleos en nuevos sectores.¹²⁰

Los actores más relevantes en el proceso de transición energética son las empresas enfocadas en la energía y el Estado, este último será el eje rector de cada una de las políticas implementadas y permitirá, o no, la implementación de tecnologías asociadas a las empresas dueñas de la información y de los procesos técnicos de esta transición, creando sistemas capaces de absorber los impactos económicos en las cadenas de valor basadas en el suministro de energéticos fósiles.¹²¹

En el marco de una transición energética se reconoce que existirán pérdidas y ganancias; no obstante, para la fundación noruega *Det Norske Veritas* (DNV), existe la posibilidad de establecer una “transición justa” (*just transition*) en la cual los efectos económicos de la adaptación al nuevo paradigma energético se logren distribuir en múltiples niveles de manera adecuada y equitativa entre los actores de esta transición para evitar el crecimiento de oposiciones políticas y económicas.¹²²

Lo anterior no es un proceso sencillo de realizar e invita a considerar como cuestión primordial quién será el actor que asuma mayoritariamente los costos de esta transición, debido a que estos gastos no pueden llevarse a cabo

¹¹⁹ DNV, *Energy Transition Outlook 2021: A global and regional forecast to 2050*, Noruega, 2021, p. 142.

¹²⁰ José Carlos Díez, “Los costes de la transición energética” en *El País* [en línea], 10 de agosto de 2021, Dirección URL: https://elpais.com/economia/2021-08-11/los-costes-de-la-transicion-energetica.html?ev_ent_log=oklogin [consulta: 2 de noviembre de 2021].

¹²¹ DNV, *op. cit.*, p. 142.

¹²² *Ibidem*, p. 143.

solamente por aquellos fondos económicos internacionales enfocados en bajar las emisiones de carbono.

Se necesita de las empresas y a los Estados, en sus distintos niveles de organización, para que se asuman las inversiones en este sector y que realicen diálogos entre sí y transfieran conocimientos para obtener los máximos beneficios y dar un costo real de lo que supondrá crear el nuevo modelo de desarrollo basado en energías renovables, mientras de manera paralela se reduce la dependencia a las energías fósiles.¹²³

Bank of America realizó un informe en el cual da un costo aproximado de la transición energética a nivel mundial, la cual implicaría un total de 150 billones de dólares; es decir, se necesitan 5 billones de dólares anuales durante los próximos 30 años para alcanzar los planes de neutralidad de carbono. Aunque el costo puede resultar alto, en el mismo reporte de *Bank of America* estima que la inacción podría resultar aún más cara, perdiendo el 3% anual de los ingresos del PIB mundial desde 2030, además de las numerosas pérdidas económicas de las corporaciones una vez que se comiencen con políticas violentas de reducción de carbono.¹²⁴

Los costos de la transición energética, como los efectos del carbono sobre el clima, no son lineales y afectan de manera diferenciada a cada región, país y población; por ello, es necesario marcar un camino eficaz y capaz de absorber la mayoría de los costos, especialmente en naciones que no cuentan con las capacidades tecnológicas y económicas para la rápida adaptación al nuevo paradigma energético.¹²⁵

Actualmente, a mediados del año 2021, comienza a existir tensión política derivada de los aumentos en los precios en los energéticos, particularmente en la electricidad y el gas europeo, y es en estos momentos cuando se debe de remarcar la necesidad de una estrategia bien manejada de transición energética pues, los efectos del cambio climático afectan directamente este sector como con las rachas de frío en América del Norte y Europa, mas no significa que la

¹²³ *Ibidem*, p. 141.

¹²⁴ S/a, "Reaching net-zero will require \$5 trillion every year for the next 30 years, says BoA report" en *Finextra* [en línea], 15 de octubre de 2021, Dirección URL:<https://www.finextra.com/newsarticle/39034/reaching-net-zero-will-require-5-trillion-every-year-for-the-next-30-years-says-boa-report> [consulta: 5 de noviembre de 2021].

¹²⁵ DNV, *op. cit.*, p. 142

transición sea la causante de estos aumentos de precio, como lo remarcó la Agencia Internacional de Energía, tal y como se puede ver a continuación:¹²⁶

La situación actual es un recordatorio para los gobiernos, especialmente cuando buscamos acelerar las transiciones de energía limpia; de la importancia de un suministro de energía seguro y asequible, en particular para las personas más vulnerables de nuestras sociedades.¹²⁷

Por otro lado, el Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible (IISD, por sus siglas en inglés) sugiere que si se invierte entre el 10% y 30% de los subsidios globales usados en energías fósiles, puede ser más que suficiente para llevar a cabo una transición energética exitosa, permitiendo a cada nación identificar sus propias necesidades para abrir un camino para las energías limpias, las cuales deben de reflejar su impacto con la baja en los costes de cada fuente.¹²⁸

Finalmente, un aspecto que debe ponerse en consideración en la categoría económica de la transición energética es que dentro del desarrollo de las tecnologías y energías sustentables, se pueden adaptar nuevos modelos económicos que giren alrededor de las mismas como el de la *economía circular*, el cual busca consolidarse como una modalidad de producción y consumo sostenibles, basados en los ciclos de la naturaleza para evitar la explotación de múltiples recursos y que su ciclo de vida se alargue, reduciendo así los desequilibrios y distribuyendo de mejor manera la riqueza.¹²⁹

De igual manera, la apertura de este tipo de economía impulsa la creación de “empleos verdes”, los cuales son denominados así por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA); es decir, trabajos que contribuyen de forma eficaz a preservar o restaurar la calidad del medio

¹²⁶ Fernanda Hernández, “Transición energética, solución ante alza de costos de electricidad y gas: IEA” en *Energía hoy* [en línea], 21 de septiembre de 2021, Dirección URL: <https://energiahoy.com/2021/09/21/transicion-energetica-solucion-ante-alza-de-costos-de-electricidad-y-gas-iea/> [consulta: 5 de noviembre de 2021]

¹²⁷ *Ídem*

¹²⁸ Felix Todd, “Clean energy transition could cost just 10% of global fossil fuel subsidies, finds study” en *NS ENERGY* [en línea], 2 de Agosto de 2019, Dirección URL: <https://www.nsenerybusiness.com/news/clean-energy-transition-fossil-fuel-subsidies/?fbclid=IwAR13Ec7z-LDasP1cXBhPyBcsfn875To8GELkfds2iC5VqBU-IZiOUfwZ2u4#> [consulta: 6 de noviembre de 2021].

¹²⁹ S/a, “La sostenibilidad crea valor para la economía y la sociedad” en *enel Green Power* [en línea], Dirección URL: https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/transicion-energetica/beneficios-sostenibilidad?fbclid=IwAR3cwMtEu9vZnRqY56E1Vs7CC7aUPaJ2uc1FVP3Ki10-SY_xjP3xwJephDo [consulta: 6 de noviembre de 2021].

ambiente, aspecto que puede ser llevado a cualquier sector económico, especialmente en el energético.¹³⁰

1.3.3 Consideraciones tecnológicas en torno a la transición energética.

La transición energética no podría llevarse a cabo si no existiera una manera más eficiente de producir, transformar y utilizar la energía, aspecto que le brinda a las innovaciones técnicas un papel primordial en torno al sector energético. Para la comprensión adecuada de cómo se está llevando a cabo el proceso de transición actual, es necesario tener en cuenta la manera en que las innovaciones tecnológicas están permeando en los procesos energéticos y la manera en que éstas pueden tener un lugar en el ciclo energético del futuro.

Durante la mayor parte del Siglo XX e inicios del XXI, las fuentes energéticas primordiales son combustibles fósiles, principalmente el petróleo, el cual ha resultado ser uno de los principales contaminantes de la atmósfera terrestre; por ello, múltiples agencias como IRENA, han concluido que la transición a energías renovables, no dependientes de materias primas fósiles, es el eje rector de una generación de energía eléctrica sin que existan gases de efecto invernadero que contaminen la Tierra.¹³¹

Los procesos industriales en aras de la Cuarta Revolución Industrial, especialmente aquellos relacionados con la digitalización, hacen necesaria la generación de energía eléctrica, la cual puede ser obtenida a través de múltiples fuentes como la nuclear, la térmica, la hidráulica, la eólica, la solar, etcétera; pero, resulta necesario que tomen en cuenta las necesidades ambientales actuales, lo que hace importante la revisión de las tecnologías de generación más aceptadas, según su propia estructura de costes y características propias.¹³²

¹³⁰ *Ídem*

¹³¹ S/a, “Las energías renovables para la transición energética” en *enel Green Power* [en línea], Dirección URL: <https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/transicion-energetica/fuentes-renovables> [consulta: 6 de noviembre de 2021].

¹³² Energía y Sociedad, “3.1. Tecnologías y costes de la generación eléctrica”, en Manual de la energía: electricidad [en línea], Dirección URL: <https://www.energiaysociedad.es/manual-de-la-energia/3-1-tecnologias-y-costes-de-la-generacion-electrica/> [consulta: 6 de noviembre de 2021].

En primer lugar, se debe partir de la prospectiva hegemónica que perfila a las energías renovables como clave para dirigir la acción climática, especialmente a través de fuentes naturales inagotables como lo son el viento o la luz solar como generadoras de electricidad. La generación de electricidad puede utilizar diversos métodos tecnológicos para transformar la energía primaria en energía eléctrica; sin embargo, cada tecnología, por sus capacidades técnicas y económicas, puede ser más eficiente y funcional respecto a la cobertura de demanda energética que busca cubrir.¹³³

Las tecnologías son necesarias y, particularmente en el campo de las renovables, son complementarias; es decir, no se busca la superioridad de una sobre otra, aunque ello no quita que tanto la solar como la eólica se hayan convertido en las más populares por ser las que mantienen costos fijos y variables menos volátiles.

Una característica que debe ser tomada en cuenta en el marco de la energía eléctrica es la imposibilidad actual de almacenar la energía en grandes cantidades; por lo tanto, las fuentes energéticas basadas en estos nuevos modelos de producción sustentable deben realizar sus funciones de manera que puedan incrementar o reducir sus flujos de energía para sostener la demanda de manera satisfactoria sin poner en riesgo el abastecimiento.¹³⁴

Entre de las grandes ventajas que ofrece el nuevo modelo energético basado en el paradigma tecnoeconómico sustentable, independientemente de producir energía sin contaminar la atmósfera terrestre, está la de que aporta seguridad de suministro y mitiga el riesgo de dependencia energética al exterior en momentos de desabasto o factores no controlables; lo cual agranda la fuerza de difusión de estas tecnologías y las hace más competitivas económicamente contra los modelos tradicionales fósiles.¹³⁵

Para el tecnólogo Ramez Naam, la transición hacia el uso de estas tecnologías, lejos de ser impulsada por el “movimiento verde”, es un proceso económico debido a que las tecnologías de energía sustentable atraviesan la fase de competitividad económica donde éstas son capaces de ofrecer mejores precios que las tecnologías enfocadas a la energía fósil y, conforme a los

¹³³ *Ídem*

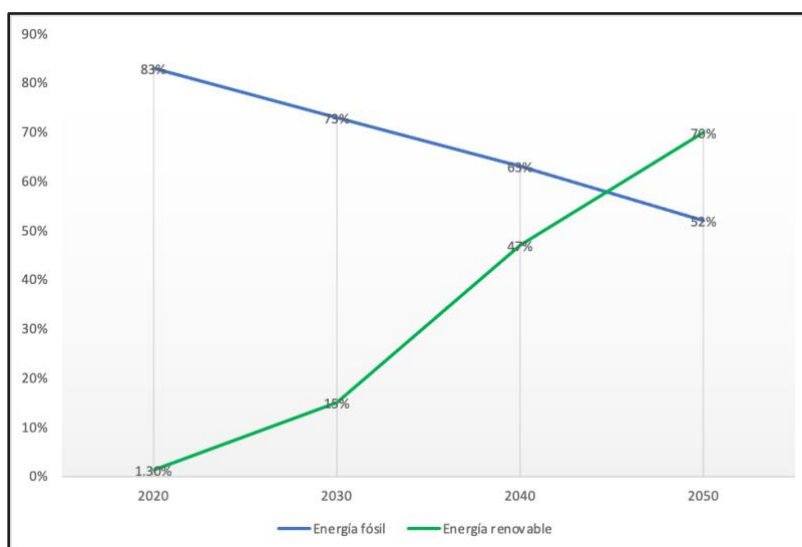
¹³⁴ *Ídem*

¹³⁵ *Ídem*

principios del desarrollo tecnológico, estas nuevas formas de adquirir energía se harán más baratas.¹³⁶

Para alcanzar los escenarios descritos de neutralidad de carbono, la agencia Bloomberg plantea que la cadena de suministro de energía primaria debe ser modificada. Hoy en día, el 83% de la energía primaria proviene de combustibles fósiles mientras que la energía del viento y la solar fotovoltaica únicamente contabiliza el 1.3% a nivel mundial. Bloomberg prioriza la generación de energía eléctrica limpia a través del sol y el viento como fuente primaria, las cuales, para 2030 tendrán un crecimiento al 15% de la participación energética a nivel mundial; para 2040 esa participación se prevé que sea del 47% y; para el año 2050 será del 70%, donde la energía eólica será del 62% y la solar del 38%.¹³⁷

Gráfico 1.
Comparativo de uso de energías fósiles contra energías renovables para el año 2050.



Fuente: Elaboración propia con información de BloombergNEF, *New Energy Outlook 2021* [en línea], Dirección URL: <https://about.bnef.com/new-energy-outlook/#download>

Lo anterior no significa que las energías fósiles desaparecerán; de hecho, se estima que el uso de petróleo, carbón y gas permanecerá; sin embargo, tendrá

¹³⁶ Ramez Naam, "Investing in the energy transition", *Singularity University*, Dirección URL: <https://www.youtube.com/watch?v=Y10VtxAbt40>, [Consulta 5 de abril de 2021].

¹³⁷ BloombergNEF, *New Energy Outlook 2021* [en línea], Dirección URL: <https://about.bnef.com/new-energy-outlook/#download> [consulta: 10 de noviembre de 2021].

un decrecimiento en su uso de aproximadamente el 2% anual; previendo que para 2050, el uso de este tipo de energías sea del 52% a nivel mundial compartido con las energías renovables anteriormente mencionadas.¹³⁸

Como se pudo observar, el uso de la energía eólica (viento) y la fotovoltaica (solar) son las que mejores expectativas presentan a futuro. Lo anterior no significa que otros métodos tecnológicos de obtención de energía serán reemplazados sino que, más bien, junto a los múltiples métodos como el uso de hidrógeno, que agranda su popularidad en los últimos años, o la energía nuclear, la energía solar y eólica son las que más aceptación social, política y privada tienen debido a que la obtención de materia prima energética, y esto no depende más que de su ocurrencia lo cual significa grandes ganancias económicas, por lo cual es importante entender de qué manera funcionan éstas últimas.

En primer lugar, las tecnologías de generación eléctrica basadas en energía eólica son aquellas que producen electricidad a partir de la energía cinética del viento. Generalmente, se utilizan aerogeneradores que en su conjunto crean “parques eólicos” que pueden superar los 100 MWh. Este tipo de energía no produce ningún contaminante y no requiere de algún tipo de energía primaria que se suministre al exterior; no obstante, cuentan con desventajas como la producción intermitente de energía pues dependen de la ocurrencia del viento, así como con el impacto visual que generan estos grandes parques.¹³⁹

La generación de electricidad a través de una fuente eólica es la que más madurez y aceptación ha encontrado, especialmente en los parques terrestres, también conocidos como *on-shore*, aunque también estos se pueden encontrar en el mar con el nombre de *off-shore* con características diferenciadas a los terrestres por las capacidades que el recurso eólico encuentra con superioridad en el mar¹⁴⁰. La energía eólica presenta grandes expectativas a futuro acerca de su contribución al grueso energético de las naciones con la espera de que los costes bajen y pueda ampliarse su difusión.

Por otro lado, se puede ubicar la producción de energía eléctrica solar fotovoltaica que se produce a través de la energía del sol a través de células

¹³⁸ *Ídem*

¹³⁹ *Energía y Sociedad, op. cit.*

¹⁴⁰ *Ídem*

solares basadas en materiales semiconductores que generan electricidad cuando incide sobre ellos la radiación solar.¹⁴¹ Al igual que la energía eólica, estos paneles se agrupan en parques solares que pueden llegar a superar los 50 MWh que no producen contaminantes; no obstante, este tipo de tecnología no se encuentra tan desarrollada como la eólica y aún encuentra costes de inversión elevados, además de que su instalación es adecuada únicamente en las zonas o regiones más soleadas del mundo, por lo cual no son de acceso generalizado. Aún con lo anterior, se han realizado grandes esfuerzos económicos para mejorar su calidad técnica y así disminuir sus costos, mientras facilitan su ingreso a la generación total de energía en el mundo.

A partir de la creación de estas nuevas tecnologías energéticas se ha analizado con detenimiento las maneras en que esta electricidad es aprovechada en sus usos finales y cómo han proliferado las tecnologías dependientes exclusivamente de la electricidad, como aquellas relacionadas a la Industria 4.0, permitiendo la llegada de innovaciones como la batería *ion-lithium* impulsada por la compañía automotriz *Tesla* que permite el aprovechamiento de estas energías limpias con mayor eficiencia a costos accesibles para una parte de la sociedad y que sea capaz de promover un cambio en el transporte.¹⁴²

Esta expresión del movimiento tecnológico verde en la industria automotriz hace visible la necesidad de que la infraestructura relacionada con la transición energética sea congruente con la finalidad de eliminar las emisiones de carbono en el ambiente, pues no tiene sentido eliminar las emisiones de vehículos particulares cuando la fuente que generó la electricidad de esta batería fue creada a través de un proceso contaminante como la electricidad creada en plantas de carbón¹⁴³. De ahí la importancia de reconocer los esfuerzos tecnológicos existentes alrededor del nuevo paradigma tecnoeconómico energético sustentable y cómo es que la sociedad juega un papel relevante en este proceso.

¹⁴¹ *Ídem*

¹⁴² Ramez Naam, *op. cit.*

¹⁴³ Sarah J. Jones, "If electric cars are the answer, what was the question?", Gales, British Medical Bulletin [en línea], 2019, 129:13-23, 7 de enero de 2019, p. 16. Dirección URL: <https://academic.oup.com/bmb/article/129/1/13/5274656> [Consulta 15 de abril de 2021].

1.3.4 Consideraciones sociales en torno a la transición energética.

En el centro del complejo proceso de transición energética se debe de tomar en cuenta a la sociedad como un agente de cambio y de asimilación de la transición energética y del paradigma que ésta conlleva, pues es la misma sociedad la que interactúa constantemente con los sistemas energéticos y donde se verá el reflejo de la efectividad de las decisiones tomadas en el seno político e industrial.

En palabras de la Agencia *Nature Climate Change*, para el diseño de una agenda política es necesario integrar el entendimiento social de los procesos técnicos, climáticos y de los sistemas energéticos para transitar del modelo energético tradicional al sustentable de manera exitosa en las diversas áreas que ésta tome en cuenta.¹⁴⁴

La sociedad en sí misma es capaz de emitir aproximadamente 30 mil millones de toneladas de CO₂ cada año a través de su consumo energético en electricidad y calefacción, lo que representa un 25% de los gases de efecto invernadero a nivel mundial¹⁴⁵. No se niega que la producción de GEI sea primordialmente llevada a cabo por corporaciones y gobiernos; no obstante, reconocer el papel de la sociedad en este sector, puede ayudar a la asimilación de los nuevos procesos sustentables relacionados con las tecnologías energéticas verdes y que su difusión sea más rápida.

Cabe mencionar que en lo que respecta a las negociaciones para introducir energía eólica, en diversas ocasiones no son tomados en cuenta aquellos retos clave que pueden definir características del comportamiento humano y cómo sus relaciones pueden ayudar a eliminar la inflexibilidad en la toma de decisiones de la gente respecto al tema energético, lo cual puede ayudar a comprender el riesgo que puede representar una decisión tomada y la influencia que puede tener ésta respecto a los planes de neutralidad de carbono fijadas por gobiernos de todo el mundo.¹⁴⁶

El acercamiento social en esta materia podría ampliar el espectro de la cantidad de participantes e incorporaría una visión más realista del complejo

¹⁴⁴ S/a, "The role of society in energy transitions" en *Nature Climate Change 6 [en línea]*, núm. 539, 2016, Dirección URL: <https://www.nature.com/articles/nclimate3051> [consulta: 10 de noviembre de 2021].

¹⁴⁵ *Ídem*

¹⁴⁶ *Ídem*

proceso que representa la incorporación de un ente que toma decisiones no financieras pero que conforma una identidad, un estatus y normas sociales alrededor de las decisiones energéticas, haciendo que la sociedad pase de un grupo pasivo de usuarios energéticos a actores que participan activamente en nuevas rutinas con la energía que utilizan.¹⁴⁷

Al comprender estas nuevas perspectivas, se le permite a los tomadores de decisiones antes mencionados en el sector político, financiero y tecnológico encontrar soluciones más adecuadas a las metas de neutralidad de carbono establecidas y que se relacionen directamente con el verdadero comportamiento de los consumidores; aspecto que permite la asimilación del nuevo paradigma tecnoeconómico sustentable de manera más universal, eficiente y rápida, que permita transitar a un nuevo modelo ambientalmente sustentable y socialmente inclusivo.¹⁴⁸

Es necesario que este modelo tome en cuenta las necesidades sociales de cada sector diferenciado y que reduzca las brechas energéticas, económicas y tecnológicas según sea el caso para que así se convierta en un instrumento de participación involucrado en la gestión del recurso energético y no solamente en el beneficio económico de los megaproyectos que conlleva una transición energética.¹⁴⁹

1.4 La emergencia de China como electropotencia a nivel global.

Diversos países han comenzado a instrumentar planes de inversión ambiciosos, donde destaca el caso de China, que se perfila hacia convertirse en una electropotencia por las altas inversiones que ha generado su gobierno en materia de energía sustentable para evitar, en parte, las emisiones de alto impacto climático y, primordialmente, eliminar la dependencia energética de extranjeros con posesión de gas natural y petróleo.

China busca ser pionera en el proceso de transición energética, buscando, como se mencionó con anterioridad, emanciparse de esta

¹⁴⁷ *Ídem*

¹⁴⁸ Carlos Tornel; Jorge Villareal, La Transición Energética en México: retos y oportunidades para una política ambientalmente sustentable y socialmente inclusiva [en línea], noviembre 2017, p. 20, Dirección URL: <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/mexiko/13901-20171211.pdf> [consulta: 15 de noviembre de 2021].

¹⁴⁹ *Ídem*

dependencia y lograr tener control en sus procesos y los de terceros, especialmente en países del sudeste asiático tras las ayudas tecnológicas venidas de Japón y múltiples economías de occidente¹⁵⁰ ya que la inversión en infraestructura le ha permitido generar mayor capacidad de desarrollo tecnológico que se traduce en una generación y almacenamiento de electricidad más barata que puede ser exportada para aquellos Estados que se quieran sumar al movimiento.

Tras el avance económico del país en la década de 1990, China comenzó a construir una inmadura industria de paneles solares con la ayuda de la industria emergente en Alemania, país que ayudó con la transferencia de propiedad intelectual y expertos para esta nueva industria en el gigante asiático. Tras el estudio de su posicionamiento energético frente a demás países, China comenzó a subsidiar la producción, creó incentivos para aumentar la demanda doméstica y obtuvo capital australiano y estadounidense para expandir su industria.¹⁵¹

Para el año de 2010, China ya contaba con un mercado doméstico de paneles solares con dominio global, permitiendo así disminuir el precio de los paneles para estimular el crecimiento el crecimiento de los mercados solares en el mundo, incluyendo al de Estados Unidos; así China comenzó a reducir los subsidios de la industria solar en 2014.¹⁵²

La industria eólica china tomó otro sentido debido a que la infraestructura es demasiado costosa y complicada de construir; por ello, China adquirió parrillas eólicas pertenecientes a diversos gobiernos en 1994 para estimular de esta manera su industria. Con la llegada de subsidios e incentivos fiscales, más la ayuda de compañías alemanas y danesas, en el año de 2008, China ya contaba con un potencial eólico de aproximadamente 12 mil MWh. Hoy en día, China domina la industria global de energía eólica a nivel global, la cual genera más energía de la que pueden integrar sus almacenes.¹⁵³

Cabe recordar que el problema de las energías renovables reside en su almacenamiento y distribución, como se señaló en el apartado 1.3.3, ya que las

¹⁵⁰ Scott Malcomson, "How China Became the World's Leader in Green Energy" en *Foreign Affairs* [en línea], 28 de febrero de 2020, p. 2 Dirección URL: <https://www.foreignaffairs.com/articles/china/2020-02-28/how-china-became-worlds-leader-green-energy> [consulta: 15 de noviembre de 2021].

¹⁵¹ *Ibidem*, p. 3.

¹⁵² *Ídem*

¹⁵³ *Ídem*

baterías no cuentan aún la capacidad de sostener la energía que se genera; en ese sentido, el reto es innovar para conseguir baterías con mayor capacidad de almacenamiento, como sucedió en el marco de la Tercera Revolución Industrial con relación a la capacidad de almacenamiento de información y el desarrollo de los microprocesadores, si se permite establecer la analogía.

China, tras encontrar fortaleza en el sector de las energías renovables, ha incrementado su desarrollo tecnológico en el área de almacenamiento, lo cual le ha traído un avance en la creación de baterías facilitadoras de almacenar energía, que pueden ser llevadas en un nivel inferior a vehículos eléctricos, impulsando así la industria automotriz eléctrica china, la cual es actualmente la más grande del mundo.¹⁵⁴

Es menester mencionar que China ya cuenta con una estrategia de neutralidad de carbono y cero contaminantes con una meta fijada en el año 2060, la cual le permite considerarse como una electropotencia con una capacidad exponencial de producción energética basada en múltiples fuentes y que reducen así su dependencia al exterior, aspecto que se puede apreciar en la siguiente cita:

En 2001, el mismo año en que China entró a la Organización Mundial de Comercio, China producía el uno por ciento de los paneles solares en el mundo; hoy produce el sesenta y seis por ciento. Hoy también produce más de un tercio de las turbinas para molinos de viento y es el mercado más grande de manufactura de automóviles eléctricos. Controlan cerca del 70% de los materiales necesarios para la fabricación de baterías de litio (control adquirido en una serie de inversiones estratégicas en Chile y en el continente africano). Están por casi duplicar el número de reactores nucleares en funcionamiento (de 45 a 88).¹⁵⁵

Siguiendo la propuesta de Diego Castañeda, no se puede perder de vista que este gigante económico busca apoderarse de la creación de energía eléctrica y de los procesos, los cuales se abaratan, creando a su vez un bloque de desarrollo bastante amplio en este sector de la industria, situación que para diversos países europeos y, especialmente para Estados Unidos, representa una amenaza a su seguridad económica y, particularmente, a la energética.

¹⁵⁴ *Ibidem*, p.4.

¹⁵⁵ Diego Castañeda, "México, la transición energética y las ruedas de la Cuarta Revolución Industrial", *Nexos*, 10 de diciembre de 2021, Dirección URL: <https://economia.nexos.com.mx/mexico-la-transicion-energetica-y-las-ruedas-de-la-cuarta-revolucion-industrial/> [Consulta 5 de abril de 2021].

Aunque el avance técnico de China en esta materia es alto, se debe considerar que a nivel político, este país no cuenta con ningún instrumento institucional o legal para responder a la crisis climática, lo cual significa que las emisiones emitidas por este país no cesan del todo pues su industria sigue contaminando a pesar de los esfuerzos de implementación de la nueva infraestructura energética.¹⁵⁶

1.5 Adaptación al nuevo paradigma energético en Europa, Asia, África y América.

En ciertos países de Europa y Asia comienza esta adaptación al nuevo paradigma teconoeconómico energético sustentable. Sus avances, se pueden observar de distintas formas, ya sea a través de la cantidad de infraestructura instalada, la aceptación social para enfrentar las problemáticas ambientales o las leyes domésticas relacionadas con el ambiente.

En primer lugar, se tiene a la Unión Europea (UE) la cual, en su conjunto, encuentra múltiples avances respecto a la infraestructura de tecnologías sustentables, particularmente la energía eólica la cual es la tecnología que se espera pueda proveer la mayor contribución de energía renovable según las metas establecidas para 2020. Esta tecnología ya es económicamente competente con el resto de las fuentes eléctricas en el territorio europeo y cuenta con la flota de energía eólica más grande del mundo, con capacidades que alcanzan los 210 GWh, el equivalente al 14% de la demanda eléctrica; no obstante, para 2030 se prevé que el potencial de esta tecnología supere los 350 GWh, lo cual significaría el 24% de la demanda eléctrica en los países pertenecientes a la Unión Europea.¹⁵⁷

Respecto a la energía solar fotovoltaica, en la Unión Europea se cuenta con una importante contribución de esta tecnología en el mix energético, el cual representó aproximadamente el 3.6% del grueso energético de la UE en 2017; según estimaciones de Bloomberg, el potencial eléctrico solar podría llegar a

¹⁵⁶ Kelly Sims Gallagher, *op. cit.*

¹⁵⁷ Comisión Europea, *Wind energy* [en línea], Dirección URL: https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/energy-research-and-innovation/wind-energy_en [consulta: 15 de noviembre de 2021].

superar el 20% del grueso energético en 2040¹⁵⁸, el cual, combinado con la energía eólica superaría el 50% de producción energética a través de fuentes renovables, cerrando paso a las fuentes fósiles en el territorio europeo.

En su conjunto, la UE cuenta con un mecanismo político conocido como Pacto Verde Europeo el cual toma en cuenta las problemáticas ambientales y encuentra estrategias para transformar a la Unión en una economía moderna, eficiente en el uso de recursos y sobre todo, competitiva, permitiendo que la transición sea justa e inclusiva para sus habitantes. Una de las estrategias que más resaltan en su plan, es el de promover la descarbonización de los sistemas eléctricos, para que las energías renovables sean más favorables y se busquen apoyos financieros que financien las energías limpias y la eficiencia energética para cumplir con sus metas de neutralidad climática de 2030 a 2050.¹⁵⁹

La presión política y social ejercida desde la Unión Europea, ha impulsado la creación de políticas públicas coherentes con los intentos de descarbonizar los procesos de cada país, mostrando una efectividad superior sobre aquellos países que únicamente tienen como meta superior la neutralidad de carbono hacia algún año futuro; es así, que países como Alemania han establecido en su propia legislación enmiendas a su Ley de Cambio Climático de 2019 donde establecen una nueva meta vinculante a la anterior de una reducción del 65% de sus emisiones de carbono respecto a sus emisiones en 1990 para 2030 en su camino a la neutralidad de carbono en 2045.¹⁶⁰

Desde entonces, las emisiones de Alemania han decaído a un 41% respecto a sus emisiones en 1990 en pleno 2020; incluso, la corte alemana mencionó que, a pesar de su exitoso modelo, dichas leyes no son suficiente para la protección de los derechos de personas jóvenes a un futuro humano, obligando al cuerpo legislador alemán establezca metas más ambiciosas para el período posterior a 2030.¹⁶¹

¹⁵⁸ Comisión Europea, *Solar Energy* [en línea], Dirección URL: https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/energy-research-and-innovation/solar-energy_en [consulta: 15 de noviembre de 2021].

¹⁵⁹ Comisión Europea, *Transición ecológica* [en línea], Dirección URL: https://ec.europa.eu/reform-support/what-we-do/green-transition_es [consulta: 15 de noviembre de 2021].

¹⁶⁰ Kelly Sims Gallagher, *op. cit.*

¹⁶¹ *Ídem*

Otro sistema legal que se ha mostrado como funcional e incluso considerado como modelo para otros países del mundo es el de Reino Unido quien, en su Acta de Cambio Climático de 2008, creó el vínculo legal de “presupuestos de carbón” que servirían en períodos consecutivos de cinco años hasta 2050 para que políticos, empresarios e individuos tengan la oportunidad de prepararse progresivamente. Hasta ahora, el sistema ha funcionado ya que se han reducido un 44% de las emisiones de carbono respecto a sus niveles en 1990, según el reporte nacional de 2019; permitiendo que Boris Johnson, primer ministro británico, prometa establecer un corte del 78% de emisiones para el año de 2035 siendo un eje rector para su plan *net-zero* en 2050.¹⁶²

En el mismo sentido, el continente asiático cuenta con países que comienzan programas de neutralidad de carbono; sin embargo, estos planes no son tan ambiciosos como los propuestos en el seno de la Unión Europea, principalmente porque su organización política funciona de diferente manera. Es de esta manera que resaltan los casos de Japón y Corea del Sur, especialmente por las condiciones de su industria y política interna.

Comenzando por Japón, este es un país que comienza la implementación de energías renovables montadas en el nuevo paradigma tecnoeconómico, especialmente tras el accidente nuclear de Fukushima en 2011 el cual significó un duro golpe para la política energética japonesa ya que éste era el tercer productor de electricidad basado en la energía eléctrica por detrás de Estados Unidos y Francia; además de que Japón no cuenta con suministros y recursos energéticos propios, haciendo patente la dependencia energética a otros países y aún más, la de adaptar un nuevo modelo energético capaz de expandir su mix energético.¹⁶³

El accidente nuclear significó un antes y un después para la política energética japonesa, empezando con el cierre de sus plantas nucleares y poniendo en marcha centrales térmicas e importación de petróleo y gas natural licuado en grandes cantidades en el corto plazo; sin embargo, para el mediano plazo introdujo una tarifa de inyección a la red (*Feed-in Tariff*) con la finalidad de

¹⁶² *Ídem*

¹⁶³ María F. Casado, “La transición energética de Japón una década después de Fukushima” en *esglobal* [en línea], 12 de marzo de 2021, Dirección URL: <https://www.esglobal.org/la-transicion-energetica-de-japon-una-decada-despues-de-fukushima/> [consulta: 15 de noviembre de 2021].

hacer más atractiva la inversión en energías renovables, aunado con la liberalización del mercado eléctrico.¹⁶⁴

Aunque para Japón, el modelo sustentable sigue siendo un reto por la inestabilidad del suministro, los retos tecnológicos que éste plantea, especialmente respecto al almacenamiento de energía, y su elevado costo, para la isla nipona ha significado una ventana de oportunidad ya que para el año del accidente nuclear, 2010, el mix energético con energías renovables únicamente significaba el 9.5% del total de su energía, mientras que para 2019 fue del 18%, con espera a que para 2030, las energías renovables lleguen a ser entre el 22% y 24% del total de su mix energético, con la firme intención de lograr la neutralidad de carbono en 2050, según sus expectativas en su Estrategia de Crecimiento Verde.¹⁶⁵

Las tecnologías sustentables que llevan la delantera en la isla son aquellas relacionadas con la obtención de energía solar; no obstante, dentro del país se espera que el hidrógeno y la energía eólica encuentren un impulso superior impulsando su desarrollo a través de barreras institucionales y regulatorias que hacen más competitivas económicamente a estas tecnologías, ya que cuentan con el gran obstáculo de su propia geografía montañosa y el reducido espacio de su territorio, la cual no permite la instalación de grandes parrillas eléctricas o plantas eólicas en tierra, siendo la energía eólica marina (*offshore*) una ventana de oportunidad que les permita seguir adelante con sus planes de neutralidad de carbono¹⁶⁶ y sus inversiones en otros países asiáticos en las mismas circunstancias.¹⁶⁷

El otro país asiático con avances en la instalación de generación energética con base en tecnologías sustentables es Corea del Sur el cual, por el crecimiento exponencial de su industria manufacturera, ocupa grandes cantidades de energía eléctrica que es generada a partir de bienes importados principalmente de Medio Oriente y en buena parte de Rusia, importando el 112%

¹⁶⁴ *Ídem*

¹⁶⁵ *Ídem*

¹⁶⁶ *Ídem*

¹⁶⁷ S/a, "Japan pledges \$10 bln financial support for Asia's energy transition" en *Reuters* [en línea], 21 de junio de 2021, Dirección URL: <https://www.reuters.com/business/sustainable-business/japan-pledges-10-bln-financial-support-asias-energy-transition-2021-06-21/> [consulta: 16 de noviembre de 2021].

de las fuentes energías primarias, principalmente petróleo y gas, en el año de 2017.¹⁶⁸

Según el informe de Energía Renovable e Interconexiones Eléctricas por un Noroeste Asiático Sustentable de IRENA en 2021, en Corea del Sur aún persiste de manera predominante, en su mix energético, fuentes no renovables para la generación de electricidad con plantas de carbón y nucleares, lo cual representa un (31%) de la producción energética; no obstante, el gobierno surcoreano ha planteado un giro en dicho mix energético con las energías renovables como eje rector para cumplir con las metas contra el cambio climático las cuales están planteadas en su Plan de Energías Renovables 2030 en el cual se busca que el 20% de la generación de energía eléctrica provenga de energías renovables para el año 2030 siendo la energía solar fotovoltaica y la eólica *offshore* sus apuestas más fuertes.¹⁶⁹

Habiendo revisado los casos más significativos de Europa Occidental y Asia, resulta importante resaltar el caso de Rusia de manera muy general, con el afán de no omitir información que contribuya a ofrecer un panorama integral de lo que sucede en el mundo. La exportación de energía es un pilar central en la economía de la Federación Rusa; incluso, para el año de 2018, el 17% de la producción global de gas y el 12% del petróleo en el mundo provino de Rusia, siendo el segundo productor de gas en el mundo y el tercero de petróleo, respectivamente.¹⁷⁰

Debido a su estatus como potencia exportadora de energéticos, el viraje a una política energética sustentable es poco viable para Rusia; no obstante, existe una apuesta hacia la generación eléctrica a través de fuentes nucleares; lo cual a su vez corresponde a la política de “Vuelta al Este” en la cual Rusia planea diversificar sus fuentes energéticas hacia el año de 2035; sin embargo, dentro de esta política, aún se incluye el petróleo, el gas natural, carbón y la

¹⁶⁸ IRENA, *Renewable energy and electricity interconnections for a sustainable Northeast Asia* [en línea], IRENA, 2021, p. 28, Dirección URL: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/May/IRENA_Electricity_Interconnections_NortheastAsia_2021.pdf [consulta: 16 de noviembre de 2021].

¹⁶⁹ *Ídem*

¹⁷⁰ *Ibidem*, p. 30.

energía hidroeléctrica¹⁷¹, lo cual permite ver que Rusia no plantea en el corto plazo una conversión al paradigma tecnoeconómico sustentable.

Por otro lado, en el continente africano resulta complicado encontrar un caso que logre alcanzar los niveles de desarrollo de este paradigma energético de otros países, como los ya mencionados; sin embargo, existen esfuerzos para enfrentar el reto energético, especialmente porque África en general cuenta con una gran gama de recursos energéticos que pueden ser aprovechados en este nuevo sistema, especialmente los recursos solares, eólicos e hídricos, haciendo a este continente en suma atractivo para la implementación de programas de generación energética sustentable como el Corredor de Energía Limpia Africano, el cual busca incentivar el desarrollo de las energías sustentables para lograr un impulso económico transfronterizo dentro de África y con sus vecinos europeos.¹⁷²

En el otro extremo del mundo, se encuentra la región de América Latina, que para IRENA es uno de los mercados de energía renovable más dinámicos del mundo gracias a que cuenta con más de un cuarto de la energía primaria proveniente de fuentes renovables; sin embargo, la región en general aún encuentra una alta dependencia en las fuentes hídricas, por ello, aumentar el mix energético en la región es clave para mejorar las capacidades de las fuentes renovables en toda la región.¹⁷³

Dentro de los países que resaltan en la adopción de las nuevas fuentes de producción energética resaltan los casos de Argentina, Brasil, Chile, Perú y México, con una inversión total que supera los 120 mil millones de dólares para la adopción de energías solares y eólicas, las cuales son las más adecuadas por la disponibilidad de dichos recursos en toda la región.¹⁷⁴

Antes de hablar de los casos más relevantes en el continente americano, resulta importante reconocer que tanto África como América Latina comparten circunstancias en el área energética y su adaptación al nuevo modelo energético, donde resalta su pertenencia a la *periferia*, aspecto que implica una dependencia

¹⁷¹ *Ídem*

¹⁷² IRENA, *África* [en línea], Dirección URL: <https://www.irena.org/africa> [consulta: 25 de noviembre de 2021].

¹⁷³ IRENA, *Latin America and the Caribbean* [en línea], Dirección URL: <https://www.irena.org/lac> [consulta: 25 de noviembre de 2021].

¹⁷⁴ *Ídem*

energética a los generadores de energía en el modelo tradicional mientras, en gran parte, resienten los efectos del cambio climático del cual no formaron parte en la misma medida que el resto de los países anteriormente mencionados. Asimismo, estas condiciones de exterioridad, los mantiene al margen de la innovación y desarrollo tecnológico, incrementando las brechas tecnológicas y económicas existentes y perpetuando las diferencias sistemáticas que no les permiten adaptarse a los paradigmas tecnoeconómicos en tendencia.

Referente al caso de la región de América del Norte, tenemos los casos de Canadá y de México. Comenzando por Canadá, actualmente el país cuenta con un plan de neutralidad de carbono enfocado hacia el año de 2050; sin embargo, la implementación de energías renovables aún se mantiene con niveles bajos en comparación al resto de sus homólogos con capacidades económicas similares. Del grueso de su mix energético, el 16% de sus fuentes pertenecen a energías renovables, las cuales están enfocadas al 100% a la generación de electricidad a través de fuentes hídricas; no obstante, la dependencia a los energéticos fósiles sigue siendo elevada, por lo cual, para cumplir con los objetivos de neutralidad de carbono, cuentan con políticas orientadas a aumentar en un 71% la capacidad de generación de energía en los próximos años las cuales, hasta el momento no muestran un importante avance.¹⁷⁵

Finalmente, el último caso por revisarse será el de México. El país cuenta con los potenciales solares más altos globalmente, aspecto que lo perfila como un potencial contendiente en la carrera energética global; sin embargo, la política actual no permite en un desglose de esta posible capacidad, debido a que el gobierno imperante se encuentra en un proceso de mantenimiento de la energía fósil, principalmente de petróleo.

Actualmente, la inversión en infraestructura en energías renovables se encuentra estancada en México, a diferencia de lo establecido en gobiernos anteriores; pero, tomando en cuenta lo establecido por Diego Castañeda, enfocarse en el modelo tradicional es un gran error pues pierde la oportunidad de ser un eje rector en la revolución industrial e incluso perfilarse como un líder

¹⁷⁵ IRENA, *Energy Profile: Canada* [en línea], Dirección URL: https://www.irena.org/IRENADocuments/Statistical_Profiles/North%20America/Canada_North%20America_RE_SP.pdf [consulta: 25 de noviembre de 2021].

en el área, aprovechando una mejor captación de capital tanto público como privado.¹⁷⁶

A pesar de su potencial solar, en México el desarrollo del potencial eléctrico eólico es el que ha recibido mayor atención pues es el que brinda una mayor capacidad energética y con el cual apostó a partir del año 2008. Desde entonces, la entidad que cuenta con la mayor parte de los parques eólicos en el país es Oaxaca, ya que este estado cuenta con uno de los índices ventosos más importantes del mundo. Hasta 2020, el 81.2% de la capacidad instalada y el 88.5% de la generación de la generación anual de energía eólica se encuentra en Oaxaca; aunque, los proyectos concentrados en Baja California, Tamaulipas, San Luis Potosí, Veracruz, Nuevo León y Chiapas se perfilan como los estados con los potenciales eólicos más altos.¹⁷⁷

Las circunstancias anteriores mantienen a México en un período de incertidumbre en el cual existe una disputa acerca de mantener el modelo tradicional con ganancias a corto plazo o encaminarse hacia un nuevo paradigma aún caro pero con ganancias a mediano y largo plazo.¹⁷⁸ Asimismo, la dependencia económica y energética al exterior, especialmente hacia Estados Unidos, implica comprender cuál será la mejor estrategia política para encontrar la ventana de oportunidad que ofrezca mejores ventajas sin que ello signifique un enfrentamiento directo con los planes de su vecino en el norte.

1.6 Estados Unidos contra la presión internacional hacia la transición energética.

Estados Unidos se encuentra de igual manera en un proceso de integrar el nuevo paradigma sustentable, en el cual avanzan progresivamente por diversos factores, especialmente por el impulso gubernamental de la nueva administración de Joe Biden, actual presidente estadounidense, el cual en su primer año de gobierno mencionó que las energías renovables en su generación de electricidad serían el eje rector económico y energético de EE. UU., especialmente la energía proveniente del viento y la solar.¹⁷⁹

¹⁷⁶ Diego Castañeda, *op. cit.*

¹⁷⁷ Carlos Tornel; Jorge Villareal, *op. cit.*, pp. 28-29.

¹⁷⁸ Diego Castañeda, *op. cit.*

¹⁷⁹ Pablo Pardo, "Biden convierte la transición a las energías limpias en la clave de su política económica" en El Mundo [en línea], 18 de febrero de 2021, Dirección URL: <https://www.elmundo.es/ciencia-y->

Especialmente en un momento tan complicado como lo fue la crisis derivada del virus SARS-CoV-2, Estados Unidos con su nuevo mandatario encuentran en las energías renovables una oportunidad de gran importancia para reorganizar su economía a través de esta importante transición, cumpliendo metas de cero emisiones a nivel internacional, a diferencia del ex presidente Donald Trump, quien decidió no seguir lo establecido en cumbres climáticas relevantes e incluso abandonó el Acuerdo de París, tras no ser económicamente viable según múltiples declaraciones del ex mandatario como medida de protección a las grandes empresas de combustibles fósiles en el país, representando una pérdida de cuatro años en el cumplimiento de metas de reducción de GEI del 26%-28% según sus niveles de 2005.¹⁸⁰

Estados Unidos cuenta con una gran presión internacional debido a que actualmente es el mayor productor de petróleo y el décimo cuarto por reservas; el tercer mayor productor de carbón y el primero en reservas; y el primero en producción de gas natural, siendo el tercero en reservas.¹⁸¹ Por este motivo, los ojos se encuentran sobre las decisiones que se tomen en el seno político de EE. UU. pues sus productos son los principales emisores de GEI y durante el mandato de Trump, todo indicaba que este importante actor no giraría en pro de la lucha internacional contra el cambio climático.

A pesar de estas grandes barreras, las capacidades de generar energía eléctrica a través de fuentes renovables en territorio estadounidense se han duplicado en un periodo de diez años. De pasar de una generación eléctrica del 10% en 2010, para el año 2020 aumentó al 20%, con una superioridad de crecimiento en las energías solar y eólica con niveles de crecimiento anuales del 15% y 84% respectivamente; no obstante, a pesar de este buen crecimiento, para cumplir las metas establecidas por Biden de neutralidad de carbono en la generación eléctrica a 2035 es necesario hacer un esfuerzo superior.¹⁸²

[salud/medio-ambiente/2021/02/18/602d2c6221efa0e11e8b459f.html](https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/power-and-utilities/us-renewable-energy-transition.html) [consulta: 17 de noviembre de 2021].

¹⁸⁰ Kelly Sims Gallagher, *op. cit.*

¹⁸¹ Pablo Pardo, *op. cit.*

¹⁸² Deloitte.Insights, *Renewable transition: Separating perception from reality* [en línea], p.2, Dirección URL: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/power-and-utilities/us-renewable-energy-transition.html> [consulta: 16 de noviembre de 2021].

Para Estados Unidos, la generación de energía proveniente de fuentes eólicas y solares se ha convertido en la manera más barata de producción energética, incluso sin contar incentivos fiscales. El costo de estas fuentes ha caído abruptamente en la última década; aproximadamente con 55% para la producción eólica *onshore* y 85% para la energía solar fotovoltaica, permitiendo que con ayudas fiscales, la industria se acerque a este tipo de energía limpia y decida invertir en la misma.¹⁸³

En múltiples casos, dentro del territorio estadounidense, crear plantas solares y eólicas ha resultado más barato que mantener aquellas plantas de carbón generadoras de electricidad “sucia”. Incluso, alrededor del 77% y 91% de las plantas de carbón existentes en 2021 operan con costos más altos que los de las fuentes renovables¹⁸⁴; aspecto que explica el cierre o conversión de viejas plantas de carbón en EE. UU.

Datos del Instituto de Economía y Análisis Financiero de la Energía (IEEFA) muestran que desde marzo de 2021 aquellas plantas con cierres y conversiones programados del 2021 al 2030 han perdido un 116% de su potencial energético respecto a su producción en 2020¹⁸⁵; dejando que la producción total de energía eléctrica de estas plantas decaiga 50% en territorio estadounidense.¹⁸⁶

Dadas las anteriores circunstancias, la industria eléctrica, los consumidores y los inversionistas perciben económicamente mejor el crecimiento de las energías renovables, con un desarrollo de la energía solar y eólica que crece en 67.4 MWh y 119.4 MWh, respectivamente, hacia el año de 2025, haciéndose las más atractivas para la inversión en el territorio de EE. UU. pues cuentan con una proyección de reducción de costos de un 50% hacia 2030.¹⁸⁷

¹⁸³ *Ibidem*, p. 3.

¹⁸⁴ *Ibidem*, p.4.

¹⁸⁵ José A. Roca, “Los cierres previstos de centrales de carbón en EEUU ya suman los 120 GW de capacidad” en *El Periódico de la Energía* [en línea], 19 de julio de 2021, Dirección URL: <https://elperiodicodelaenergia.com/los-cierres-previstos-de-centrales-de-carbon-en-eeuu-ya-suman-los-120-gw-de-capacidad/> [consulta: 17 de noviembre de 2021].

¹⁸⁶ Katherine Rooney, “This is how the US energy market is shifting” en *World Economic Forum* [en línea], 25 de junio de 2021. Dirección URL: <https://www.weforum.org/agenda/2021/06/energy-us-market-shift/> [consulta: 17 de noviembre de 2021]

¹⁸⁷ Deloitte.Insights, *op. cit.*, p. 6.

La difusión de este tipo de tecnologías energéticas ha tenido una buena aceptación dentro del territorio estadounidense, con una penetración del 11% a lo largo de todo el país, siendo Iowa y Kansas los estados que mayor acogida le han dado a las energías renovables hasta 2020 con una propagación del 58% y 43%, respectivamente, sin tener impactos negativos en su fiabilidad; de igual manera, entre doce estados se generó un cuarto de la electricidad total del mix energético estadounidense, lo cual brinda proyecciones capaces de prever una penetración superior al 40% en todo EE.UU. para 2035 y un 70%-80% para el año de 2050.¹⁸⁸

De estos estados, uno de los que más llama la atención es el de Texas, el cual, siendo el estado petrolero por excelencia de EE. UU., para el año de 2020 contaba con una penetración del 21% de energías renovables en su mix energético¹⁸⁹, donde más del 80% de la generación eléctrica nueva provenía de energías renovables,¹⁹⁰ demostrando que el peso de las tecnologías sustentables para la electrificación de procesos es alto y debe tomarse en cuenta en industrias como la automotriz.

El plan de neutralidad de carbono en EE. UU. es ambicioso; sin embargo, esto no significa que sea imposible. Biden, a través de su *Green New Deal* espera aumentar el gasto público en energías renovables que, junto al plan de recuperación económica por la crisis económica derivada del Covid-19, permite la expansión de este complejo proceso de transición energética que transita a un nuevo paradigma tecnoeconómico que se sustenta en el desarrollo de energía limpia, la producción de automóviles eléctricos y la expansión del transporte sustentable para lograr sus metas mientras compite con sus contrapartes europeas y asiáticas, principalmente China.¹⁹¹

Lo expuesto a lo largo de este capítulo permite comprender que una transición energética se encuentra en proceso de realización globalmente. Como bien se explicó a través de las aportaciones teóricas de Vaclav Smil, éste no es un proceso sencillo ni temporalmente rápido, sino que implica la existencia de una convivencia armónica entre diversos actores y factores que convergen en

¹⁸⁸ *Ídem*

¹⁸⁹ *Ídem*

¹⁹⁰ Pablo Pardo, *op. cit.*

¹⁹¹ Diego Castañeda, *op. cit.*

una coyuntura particular para encontrar soluciones que correspondan a los niveles de progreso y avance tecnológico vigente; teniendo así como respuesta a la problemática medioambiental el uso de energías verdes.

El cambio solamente es factible si se encuentra en un marco socio-tecnológico capaz de soportar la cantidad de cambios que se exigen en un sistema, de tal manera, Carlota Pérez permite encontrar en el concepto de paradigma tecnoeconómico la forma en que las condiciones políticas, económicas, sociales, tecnológicas y culturales convergen respecto a un tema en común, en este caso, la transición energética, para encontrar soluciones que se adapten frente este complejo tema.

Es de esta manera que encontramos casos de éxito y avance en múltiples países del mundo donde se destaca excepcionalmente el acelerado caso de China, país que ha invertido abiertamente en un nuevo modelo paradigmático energético para competir con los históricos imperios petroleros de los cuales, el caso estadounidense resulta ser el más relevante por ser la competencia económica directa de China.

2. La industria automotriz global frente a la innovación tecnoeconómica energética.

La existencia de una transición energética en una escala global implica que todos los sectores dependientes de las fuentes tradicionales de energía, en este caso las fósiles, necesiten una adaptación al nuevo paradigma tecnoeconómico. Las áreas donde se otorgaba un uso final a los combustibles fósiles para realizar sus respectivas acciones, particularmente el sector del transporte¹⁹², son las más afectadas; sin embargo, las nuevas tecnologías sustentadas en el paradigma sustentable han abierto una amplia ventana de oportunidad en la cual se permitirá expandir ganancias mientras se cumplen los objetivos medioambientales existentes.

La relación del transporte con los energéticos fósiles proviene especialmente de la industria automotriz; este sector se mantiene como el principal consumidor de combustibles fósiles, particularmente el petróleo; por ello, la industria automotriz es probablemente el área que más atención ha recibido respecto a la manera en que se adaptará al uso de energías renovables, debido a que la expresión de la transición energética en los automóviles es la más cercana a una participación directa de la sociedad civil.

Como lo remarca Namez Raam, el desarrollo de tecnologías disruptivas, como las baterías eléctricas con grandes capacidades de almacenamiento y uso¹⁹³, han permitido que se suplanten los tradicionales motores de combustión interna, brindando una gran popularidad a los automóviles híbridos y eléctricos, la cual aumentó exponencialmente en la última década, haciendo que las empresas automotrices más grandes del mundo comiencen a desarrollar vehículos con dichas características para satisfacer las diferentes presiones gubernamentales, de la sociedad civil y sobre todo, del mercado.

Año con año, la venta de automóviles eléctricos aumenta globalmente. De los 17 mil vehículos eléctricos disponibles en el año 2010, para 2020 se registraron un total de 7.2 millones de vehículos eléctricos vendidos en todo el mundo, según datos de la Agencia Internacional de Energía. Dicha cantidad de

¹⁹² International Energy Agency, "Oil products final consumption by sector, World 1990-2019" en *Data & Statistics, IEA* [en línea], Dirección URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser?country=WORLD&fuel=Oil&indicator=OilProductsConsBySector> [Consulta 20 de noviembre de 2021].

¹⁹³ Ramez Naam, *op. cit.*

vehículos vendidos apenas representan el 2.6% de la venta total de vehículos en 2020; sin embargo, conforme se desarrollen los avances tecnológicos en la electrificación de procesos se espera que este mercado se siga expandiendo exponencialmente y profundice en otras áreas del transporte como autobuses o vehículos de dos y tres ruedas.¹⁹⁴

Como se mencionó en el capítulo anterior, múltiples gobiernos han implementado medidas para alcanzar la neutralidad de carbono y para ello, la venta de vehículos principalmente eléctricos se perfilan como ejes rectores para el cumplimiento de dichas metas; por ello, existen múltiples subsidios en diversos países del mundo para que dichos vehículos se hagan competentes frente aquellos de combustión interna; asimismo, las grandes expectativas tecnológicas de estos modelos aunados a sus llamativos diseños, permite que la aceptación de la transición energética en el sector automotriz se realice de manera acelerada.¹⁹⁵

En este segundo capítulo se abordará la manera en que la industria automotriz transita del modelo tradicional energético de sus vehículos a un paradigma tecnoeconómico que se adecue a las condiciones sociales, ambientales, políticas y económicas actuales, ayudados de las grandes innovaciones tecnológicas que se abren espacio desde la década de 2010 a la fecha.

2.1 El motor eléctrico como parteaguas del paradigma energético.

Existe una relación directa entre el desarrollo de una tecnología y el impacto que ésta pueda tener en un paradigma tecnoeconómico determinado e incluso, puede ser la principal vía de cambio hacia una nueva revolución tecnológica e industrial, especialmente cuando dicha tecnología es capaz de alterar sistemas productivos, económicos y sociales porque ha sido socialmente significativa en su contexto.

Para ilustrar la idea anterior, basta con recordar la manera en que el internet ha penetrado en los sistemas sociales, políticos, económicos e incluso culturales; esto después de comenzar como una innovación implementada en el

¹⁹⁴ International Energy Agency, *Global EV Outlook 2020: Entering the decade of electric drive?*, IEA Publications, pp. 10-11.

¹⁹⁵ *Ibidem*, p. 11.

período de la Guerra Fría por el gobierno y milicia estadounidense, sin pensar en las grandes repercusiones que dicha innovación tendría casi medio siglo después, donde el internet es la herramienta de conectividad, información y comercio más importante del mundo.

Como se explicó anteriormente en el apartado 1.2.1, existen tecnologías genéricas penetrantes que, en el marco de una revolución industrial, pueden sentar el precedente hacia la transición de un nuevo modelo paradigmático, según las explicaciones teóricas de Carlota Pérez; por ello, el desarrollo sociotécnico que ha tenido la batería eléctrica en función de motor para la industria automotriz se ha convertido en un aspecto necesario de estudiar en cuanto se constituye como una tecnología genérica.

En primer lugar, se debe de tomar en cuenta que la llegada de una innovación tecnológica no determina de manera autónoma la evolución del sistema económico o su respectivo sustento dentro del sistema solamente por el peso de su adelanto tecnológico; sino que se da por entendido que dicha innovación o serie de innovaciones se dan en un contexto en el que la tecnología y la economía son variables que a su vez dependen de otras múltiples circunstancias con las que coexisten, ya sean ecológicas, económicas, sociales, políticas, etcétera.¹⁹⁶

Para reconocer la importancia que tiene la batería eléctrica en función de motor, resulta relevante hacer la distinción entre una innovación o cambio tecnológico frente a invento: Schumpeter enfatiza en que la innovación es posible sin que exista algo identificable como invención; mientras que un invento no necesariamente produce efectos económicos instantáneos o relevantes.¹⁹⁷

El invento es producto de la imaginación humana que es capaz de producir algo nuevo en diversas escalas; sin embargo, la innovación o cambio tecnológico es un reordenamiento de los procesos productivos provocado por cualquier causa o cuyo resultado tiene importancia económica porque genera un cambio en la función de producción¹⁹⁸.

Es de esta manera que se puede identificar al motor eléctrico como un invento que en sí mismo no fue capaz de provocar un cambio determinante en

¹⁹⁶ Manuel Cazadero, *Las revoluciones industriales*, Fondo de Cultura Económica, México, 1997, p. 17.

¹⁹⁷ *Ídem*

¹⁹⁸ *Ídem*

el sistema productivo automotriz ya que se pueden encontrar automóviles con motores eléctricos desde los últimos años del Siglo XIX e inicios del XX; no obstante, la invención del motor eléctrico junto a las circunstancias ecológicas actuales, más la suma de factores tecnológicos que han hecho a esta batería más eficiente, con mayor duración y con mayor capacidad de carga, son elementos que hacen que la invención antes mencionada sea capaz de alterar el sistema o, mejor dicho, al paradigma tecnoeconómico energético automotriz en su conjunto, particularmente al impulsar el cambio de los modelos de producción de motores para transportación terrestre, en general.

Para algunos analistas, esta generación de automóviles eléctricos no es la primera; de hecho, la consideran la tercera; pero, el cambio en la producción de baterías aunado a su potencial eléctrico basado en las mejoras técnicas encontradas en la combinación de diversos materiales, ha traído consigo un cambio que afecta directamente en la producción de automóviles a gran escala.

La llegada del motor eléctrico contemporáneo ha abierto la puerta para generar una transición en el seno de la industria automotriz con la capacidad de alterar sus funciones, sus sistemas y sus propias cadenas de suministros, aspecto que representaría un cambio directo al sistema económico, energético, social, ecológico, etc. permitiendo a su vez, que el nuevo paradigma tecnoeconómico se centre en una nueva narrativa tecnológica en la cual la eficiencia energética, así como el potencial eléctrico con neutralidad de carbono, sean las características más relevantes de esta innovación tecnológica que se acelera constantemente y puede ser capaz de modificar la forma en que la movilidad y el transporte se llevan a cabo.

Es así que las baterías se han vuelto una innovación tecnológica esencial para la electrificación del transporte automotor, especialmente porque los costos de las baterías para los vehículos eléctricos han caído de manera destacada y la industria misma indica que los precios de los paquetes tecnológicos seguirán a la baja en los años venideros ya que, de los 1100 dólares (USD) que costaba el kilowatt (kWh) en el año 2010, para 2019 alcanzó un costo promedio de 156 USD por kWh¹⁹⁹, aspecto que demuestra que esta tecnología va a la baja en

¹⁹⁹ International Energy Agency, *op. cit.*, p. 185.

precios y por ello facilita la penetración de la tecnología para su masificación y posterior instalación en el mercado.

Los precios varían del promedio anterior y dependen del respectivo proveedor; sin embargo, se entiende que aquellos proveedores que cuentan con ventas masificadas son los que cuentan con la facilidad de mantener precios más bajos por paquetes de baterías con rangos superiores en capacidad y carga, mientras que aquellos productores minoristas son los que mantienen los precios más elevados por estos paquetes tecnológicos, haciendo que su aplicación en vehículos se alente y aún se mantenga con costos altos.²⁰⁰

Gracias a la renovada y menos costosa imagen de las baterías, los vehículos eléctricos mantienen un alza en su demanda, principalmente para vehículos con baterías que permiten mantener rangos amplios, pensados especialmente para las ciudades; sin embargo, los paquetes de baterías más pequeños, con rangos inferiores, tienen un éxito superior en mercados asiáticos, mientras que los paquetes grandes de rangos amplios dominan el mercado norteamericano y europeo.²⁰¹

De igual manera, dentro de este gran panorama que brinda la batería eléctrica, no se debe de perder de vista que la existencia de automóviles híbridos, con motor eléctrico que funciona a la par que uno de combustión interna, permitió que la batería tuviera un avance importante en su desarrollo y puesta a prueba sobre las autopistas del mundo. Los paquetes de baterías para los automóviles híbridos son pequeños debido a que no necesitaban de gran energía pues el motor de combustión lo suplía, haciendo que el costo de estas baterías fuese elevado en una relación dólar-kWh.²⁰²

El camino marcado por los automóviles híbridos permitió probar múltiples tecnologías en términos de eficacia y eficiencia logrando encontrar una gran tendencia en la última década donde las baterías Lithium-ion (Li-ion) han tenido un progreso significativo durante estos últimos años en términos de densidad energética, costos y ciclo de vida pero reconocen que aún pueden encontrar mejores maneras de aprovechamiento en este tipo de baterías.²⁰³

²⁰⁰ *Ídem*

²⁰¹ *Ídem*

²⁰² *Ídem*

²⁰³ *Ibidem*, p. 186.

Las baterías Li-ion mantienen una competencia directa con baterías NMC (Níquel-Manganeso-Cobalto) las cuales, para aumentar sus capacidades necesitan del aumento en el níquel; así como con baterías LFP (Litio-Acero-Fosfato) usadas principalmente en China con aplicaciones de industria pesada, las aplicaciones tecnológicas de los cátodos de las baterías LFP está bien estudiada y ya generan antecedentes acerca de su largo ciclo vital; el reciente anuncio de Tesla de vehículos para el mercado chino como socio de CATL para adoptar los cátodos LFP sientan las bases de una nueva tendencia a seguir en el futuro.²⁰⁴

Los constantes avances y enfrentamientos entre estos tipos de baterías permiten que los paquetes tecnológicos de cada una se mantengan con perspectivas optimistas respecto a la baja de precios de sus componentes mientras que sus densidades de carga se hacen más grandes y eficientes; sin embargo, la batería Li-ion se encuentra a la cabeza del movimiento y poco a poco lo va capitalizando.²⁰⁵

El desarrollo de las baterías Li-ion permite que las densidades de carga de estas baterías alcancen flujos de hasta 325 watts por kilogramo, las cuales no son necesarias para vehículos urbanos pero sí para autobuses o vehículos de carga pesada como aquellos destinados a las entregas. Sin embargo, el aspecto que realmente le interesa a la industria es saber que puede permitirse bajar los precios de estas baterías, situación económicamente más importante que mantener grandes rangos de rendimiento.²⁰⁶

Se espera que las baterías Li-ion sean las que dominen el mercado de vehículos eléctricos por tres razones según Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés): en primer lugar, la tecnología está bien establecida; es decir, hay bastante experiencia a gran escala acerca de la manufactura de ésta y cuenta con un sólido entendimiento de las características de su duración a largo plazo; en segundo lugar existe una inversión en este tipo de baterías y su cadena de suministros, aspecto que representa una barrera para la implementación de tecnologías alternativas; tercero, las tecnologías alternativas aún se encuentran en niveles bajos de desarrollo según la escala

²⁰⁴ International Energy Agency, *op. cit.*, p. 187.

²⁰⁵ *Ídem*

²⁰⁶ *Ídem*

TRL (*Technology Readiness Level*) que califica el estatus del progreso de la innovación, el desarrollo y la expansión de estas tecnologías alternativas.²⁰⁷

Las baterías Li-ion se han convertido en las más apropiadas también por el hecho de que el litio con el que están compuestas es más liviano de los metales y ofrece un gran potencial electroquímico que resulta en más poder y densidad energética en una batería, aunado a que es un material que requiere poco mantenimiento, situación que favorece el abaratamiento de la tecnología.²⁰⁸

En el marco de la globalización, el aprovechamiento de estas tecnologías incluye una nueva reconfiguración en sus cadenas de valor pues mientras ciertos productos se abonan, otros son eliminados durante el proceso de implementación y de difusión de la tecnología; por ello, una manera en la que la batería eléctrica Li-ion ha encontrado una manera de instalarse de mejor manera que su competencia es a través de que esta batería encuentra entre sus avances más destacados la implementación de puntos de recarga rápida.²⁰⁹

Mientras la carga se haga de manera más rápida y eficiente, se impulsa el desarrollo de esta tecnología y permite que se pierda interés en el mantenimiento de autonomía elevada y se acerque al modelo tradicional de automóviles convencionales con estaciones de recarga de combustible en puntos cercanos uno de otro, potencializando la necesidad de que la infraestructura crítica del nuevo paradigma tecnológico sea instalada lo más rápido posible.

Otra de las grandes ventajas que trae consigo la batería Li-ion como innovación tecnológica es que, al no estar completamente desarrollada, permite encontrar lo que se conoce por la Unión Europea como “aprovechamiento de cascada” en el cual encuentran un uso de esta tecnología al final de su ciclo vital.²¹⁰

²⁰⁷ *Ídem*

²⁰⁸ Anna Stamp, Dominic Notter, Hans-Jörg Althaus, Marcel Gauch, Patrick Wäger, Rainer Zah, Rolf Widmer, “Contribution of Li-ion Batteries to the Environmental Impact of Electric Vehicles” en *Environmental Science & Technology* [en línea], Vol. 44, No. 17, 2010, Dirección URL: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es903729a> [consulta el 25 de noviembre de 2021], p. 6550.

²⁰⁹ Javier Monforte, “Bosch prepara su próxima generación de baterías ion litio”, en *Ecomotion* [en línea], 27 de febrero de 2015, Dirección URL: <http://www.ecomotion.es/noticias/bosch-prepara-su-proxima-generacion-de-baterias-de-ion-litio-QvGKB> [consulta el 25 de noviembre de 2021].

²¹⁰ International Energy Agency, *op. cit.*, p. 194.

Las baterías Li-ion pueden alargar su ciclo de vida ya que, al igual que un motor convencional, el uso intensivo de una herramienta conlleva un desgaste natural; las baterías y motores eléctricos no son la excepción y mantienen un promedio de vida útil de aproximadamente 12 años; sin embargo, múltiples empresas como *Bosch* han impulsado el segundo uso de la batería como fuentes de almacenamiento de energía eléctrica²¹¹, aspecto que multiplica las razones por las cuáles esta innovación promueve una transición en un contexto en donde hacer uso máximo de productos beneficia al ambiente.

Un aspecto importante y que debe tomarse en cuenta es que después de que una tecnología alcanza un grado de madurez haciéndola potencialmente adecuada, existe un retraso considerable antes de que su penetración se dé de lleno en el mercado, debido a que su instalación bajo ciertas condiciones reales hacen necesario una puesta a prueba que demuestre sustancialmente sus avances como el costo, la densidad energética, la durabilidad, su seguridad, etc.²¹² que son aspectos en los cuales las automotrices se encuentran trabajando a través de los modelos eléctricos con los que cuentan.

Finalmente, es necesario resaltar que la batería eléctrica como motor se inserta directamente en el momento en el que la actual revolución industrial impulsa la generación de electricidad pues los productos necesarios para que se lleve a cabo la digitalización de procesos necesitan directamente de electricidad por lo cual, la batería encuentra un espacio de desarrollo dentro del nuevo paradigma digital y puede hacer uso de las nuevas estructuras al mismo tiempo que se mezcla con un mix tecnológico que sirve de base para una transición energética más amplia, penetrante y eficiente capaz de alterar el funcionamiento de la movilidad tal y como la conocemos.

2.2 Definición de movilidad sostenible: hacia la movilidad eléctrica.

La entrada de una tecnología penetrante hace que las narrativas socio-tecnológicas se alteren constantemente e incluso en múltiples ocasiones, este cambio en el paradigma convencional hace que distintos conceptos sean modificados. En el caso actual, la llegada de un motor eléctrico impulsa cambios

²¹¹ Javier Monforte, *op. cit.*

²¹² *Ídem*

en la manera en que la movilidad actual es tomada en cuenta; esto significa que la tecnología altera la narrativa tradicional y permite repensar la manera en que la sociedad se relaciona directamente con la tecnología.

El modelo global de desarrollo urbano contemporáneo se encuentra determinado por circunstancias e infraestructuras configuradas en grandes ciudades donde sus habitantes, para desarrollar sus actividades cotidianas, requieren de múltiples métodos de desplazamiento, partiendo de la caminata convencional, al uso de bicicleta, automóviles, autobuses, motocicletas, ferrocarriles y el metro.²¹³

Lamentablemente, el actual modelo de movilidad implica una serie de problemáticas relacionadas con el crecimiento de estos grandes centros urbanos globalizados tal como la congestión vehicular, la falta de accesibilidad al servicio de transporte, la ocupación del espacio público y en gran medida, los impactos medioambientales. Estudios señalan que los problemas de la movilidad urbana en este contexto son el resultado de la acelerada urbanización y tiene múltiples efectos en las economías urbanas, tomando en cuenta el exceso de demanda de los viajes que necesitan realizar los habitantes de estas ciudades.²¹⁴

La contaminación atmosférica y los riesgos de cambio climático, los costos a la naturaleza, al paisaje y las áreas urbanas plantean un claro problema de sostenibilidad ambiental y energética mientras enmarcan la insostenibilidad urbana de los modelos de movilidad convencionales, haciendo que el concepto de movilidad deba adaptarse a las nuevas condicionantes mientras se busca implementar nuevas medidas que garanticen la movilidad de los ciudadanos mientras se contrarrestan los problemas derivados del crecimiento urbano.²¹⁵

Dentro de este gran panorama de problemáticas, se reconoce que el uso del automóvil y el transporte privado son de las principales generadoras de la congestión vehicular que a su vez trae consigo una alza en la accidentalidad, la baja calidad de los servicios en el transporte y grandes impactos medioambientales; por ello, las consecuencias generadas en torno a la actividad

²¹³ Julián Rodrigo Quintero González y Laura Estefanía Quintero González, “El transporte sostenible y su papel en el desarrollo del medio ambiente urbano” en Revista Ingeniería y Región [en línea], 2015, Dirección URL: https://www.researchgate.net/publication/320222146_El_transporte_sostenible_y_su_papel_en_el_desarrollo_del_medio_ambiente_urbano [consulta el 1 de diciembre de 2021], p. 88.

²¹⁴ *Ídem*

²¹⁵ *Ibidem*, p. 89.

del transporte han impulsado el avance de nuevas y más eficientes estrategias orientadas al mejoramiento y preservación del medio ambiente en áreas urbanas y periféricas de las ciudades.²¹⁶

En general, los gobiernos de los países, a través de las administraciones de las grandes ciudades, han intentado fomentar el desarrollo de proyectos de movilidad urbana, principalmente de sistemas de transporte alternativos como el tranvía, transporte de cables, bicicleta y sistemas peatonales que permitan satisfacer la demanda, el uso de suelo, la preservación del medio ambiente y la salud pública²¹⁷; sin embargo, la infraestructura y la demanda de movilidad del sistema actual hace necesario adaptar los avances tecnológicos que giran alrededor de los vehículos privados dentro del nuevo paradigma de movilidad.

Es así que múltiples estrategias ya puestas en marcha en Europa, Asia y Estados Unidos buscan incluir los avances del transporte privado, el transporte público y transporte masivo mediante el uso de combustibles alternativos, fuentes alternas y redes más amplias de distribución humanas, que han demostrado que se puede generar un modelo que integre métodos de transporte no motorizados junto a los privados para satisfacer las necesidades de los usuarios bajo un esquema de eficacia urbano lejano a los bocetos tradicionales aún persistentes.²¹⁸

Colmenares explica que las tendencias mundiales apuntan al tratamiento del problema de movilidad en las ciudades en tres frentes: equidad social; el equilibrio del medio ambiente y el valor económico, haciendo posible el desarrollo de sistemas que sean capaces de tener transportes que tomen en cuenta el consumo de energía de manera más eficiente en la medida que se alimentan de energías renovables.²¹⁹

La premisa general indica que en el marco global se busca diseñar sistemas que cumplan con los requerimientos básicos respecto a la calidad y cantidad del servicio, su velocidad, su seguridad, con respeto a índices de contaminación ambiental y consumo energético mientras se garantizan las interacciones entre las actividades económicas y sociales a través de sistemas

²¹⁶ *Ibidem*, p. 88.

²¹⁷ *Ídem*

²¹⁸ *Ídem*

²¹⁹ *Ibidem*, p. 90.

de transporte limpios, vehículos de bajas emisiones y el uso de combustibles alternativos.²²⁰

El contexto socio-ecológico aunado a los avances tecnológicos actuales, moldean la necesidad de establecer un nuevo paradigma de movilidad apegado a los valores anteriormente mencionados. El objetivo primordial es proteger y mejorar el transporte como el elemento principal de la movilidad urbana e interurbana; por ello, las administraciones de cada país deben promover la transición hacia un modelo de movilidad sostenible, con un uso responsable, racional y eficiente del vehículo privado, especialmente en una nueva era que aprovecha las circunstancias actuales para promover la venta de automóviles a través de medios digitales.²²¹

El cambio paradigmático que atraviesa la movilidad se da principalmente en los grandes centros urbanos globalizados, especialmente porque es en estos espacios donde se puede apreciar a la movilidad como un concepto complejo y con múltiples interpretaciones; así pues, se entiende que el innovador concepto de movilidad sostenible se centre en resolver los problemas generados en el seno del actual modelo de movilidad.²²²

La movilidad sostenible es, entonces, un modelo donde se asegura la protección medioambiental y se busca mantener la cohesión social y la calidad de vida de las y los ciudadanos mientras se favorece el desarrollo económico a través de nuevos proyectos de movilidad y el uso de la tecnología. El modelo actual de movilidad urbana no cumple estas condiciones y sus efectos negativos tienen consecuencias no solamente para la generación presente, sino para las futuras.²²³

La importancia de este nuevo modelo de movilidad que se busca apoyar en las tecnologías sustentables para automóviles recae en el reconocimiento de que el actual modelo de movilidad es expansivo a través del automóvil que genera numerosas consecuencias negativas entre las que destaca el ruido, el deterioro de la salud producido por la contaminación y el sedentarismo, la extrema dependencia de los derivados del petróleo, accidentes de tráfico,

²²⁰ *Ibidem*, p. 91.

²²¹ Obra Social Caja Madrid, *Movilidad Urbana Sostenible: Un reto energético y ambiental*, Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 2010, p. 9.

²²² *Ídem*

²²³ *ibidem*, p. 18.

alteración estructural territorial para la construcción de carreteras y autopistas con afectaciones al paisaje y biodiversidad,²²⁴ circunstancias que con el nuevo modelo paradigmático energético basado en el automóvil eléctrico pueden atender en casi su totalidad.

El modelo de movilidad sustentable implica profundas modificaciones en el comportamiento humano a fin de garantizar la calidad de vida actual y de las generaciones futuras usando consigo una generación de transporte sostenible que implique un cambio en su fuente de energía originaria mientras se permite el tránsito de personas y mercancías con costes sociales y ambientales menores a los actuales.²²⁵

Para el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés), la movilidad urbana sostenible es posible pero, tomando en cuenta las características de una transición, para llevarla a cabo es necesario un cambio de mentalidad para que los efectos puedan ser profundos en diversos sectores de la sociedad y para ello, el transporte privado debe virar hacia nuevos métodos de movilidad como el automóvil eléctrico, la bicicleta en su forma convencional y eléctrica, autos compartidos y múltiples sistemas de movilidad pública para asegurar el flujo vital de personas y bienes mientras se mitiga el cambio climático.²²⁶

Dentro del complejo panorama que da la movilidad sustentable, se reconoce que la electrificación de los transportes es un segmento con un gran potencial dentro de los siguientes años; por ello, se ha tomado en cuenta que, ayudado por individuos y compañías, la instalación de puntos de carga para estos vehículos eléctricos y el consumo de energía responsable, se convierten en una estrategia para el establecimiento de transporte sustentable.²²⁷

Empresas como Iberdrola impulsan la electrificación del transporte para promover la sustentabilidad en la movilidad; incluso, tiene planes para alianzas donde puedan utilizar las tecnologías como las baterías de los automóviles para

²²⁴ *Ibidem*, p. 21.

²²⁵ S/A, “Módulo IX: Transporte sostenible”, en *Línea Verde* [en línea], Dirección URL: <http://www.lineaverdemunicipal.com/Guias-buenas-practicas-ambientales/es/c-transporte-sostenible-movilidad-ahorro.pdf> [consulta el 5 de diciembre de 2021], p. 2.

²²⁶ WWF, *Sustainable mobility*, Dirección URL: https://wwf.panda.org/projects/one_planet_cities/sustainable_mobility/ [consulta 5 de diciembre de 2021].

²²⁷ Iberdrola, “Sustainable Mobility”, en *Iberdrola* [en línea], Dirección URL: <https://www.iberdrola.com/sustainability/sustainable-mobility> [consulta el 5 de diciembre de 2021]

electrificar autobuses, haciendo flotas de transporte público adecuadas para el nuevo sistema que se busca impulsar.²²⁸

La búsqueda de implementar baterías en múltiples sistemas, no sólo los automóviles, generan una rama de la movilidad que es llamada *movilidad eléctrica* que promueve el ahorro energético a través de un transporte más eficiente y limpio, haciendo que los espacios públicos se liberen de la contaminación generada por motores de combustión interna así como las personas se benefician al eliminar gases contaminantes que provocan daños en la salud.²²⁹

Un aspecto importante de resaltar es que el motor eléctrico y la movilidad eléctrica en general, no representan una solución global a la problemática derivada del aumento del parque vehicular, sino que es una respuesta parcial a las consecuencias negativas anteriormente mencionadas, particularmente a la que afecta el ambiente a través la emisión de gases contaminantes. Sin embargo, se entiende que no es la única solución en el espectro de la movilidad urbana contemporánea pero su infraestructura y planes enfocados hacia ciudades inteligentes, permite que no se pierda de vista la movilidad en vehículos particulares para satisfacer las necesidades de movimiento.

Es así como la movilidad eléctrica se considera uno de los pilares fundamentales en la búsqueda de una verdadera sostenibilidad, con un transporte coherente con las directrices de las nuevas políticas en materia de medio ambiente implementadas por diversas administraciones a lo largo del mundo, las cuales se hacen más extensas y más profundas conforme avanza la venta de vehículos eléctricos e híbridos.²³⁰

2.3 Nueva configuración social y política alrededor del modelo de movilidad eléctrica.

El nuevo paradigma creado alrededor de la movilidad eléctrica ha impulsado una serie de cambios en la sociedad y la política que rige el funcionamiento de la misma. Si bien son una serie de innovaciones generadas en el seno de la industria automotriz y energética, estos cambios para obtener mejores recursos

²²⁸ *Ídem*

²²⁹ *Ídem*

²³⁰ Julián Rodrigo Quintero González y Laura Estefanía Quintero González, *op. cit.*, p. 88.

y aceptación necesitan de un uso profundo y extensivo en la sociedad civil que incentive las compras de dicha tecnología y para ello, el papel de las políticas públicas es fundamentales.

El automóvil eléctrico se percibe como un elemento disruptivo en la industria automotriz. El giro de una industria creada en torno al coche de gasolina hacia uno impulsado por electricidad no es un simple cambio de carácter económico, sino que representa un cambio con consecuencias directas en la sociedad; por ello, resulta necesario analizar la manera en que la gente ha aceptado a los vehículos eléctricos a lo largo del desarrollo exponencial que ha mostrado durante los últimos 10 a 12 años de desarrollo tecnológico.

2.3.1 Relevancia social en torno al modelo de movilidad eléctrica.

Como se expuso en el capítulo anterior, para que la transición de un modelo energético a otro se lleve a cabo con éxito, es necesaria una aceptación pública debido a que el consumidor es quien tiene la decisión final del éxito o el fracaso de un nuevo paradigma a través de sus experiencias, sus comparaciones y los beneficios que han encontrado en el nuevo sistema; por ello, para la industria automotriz general es necesario comprender cuáles son sus nichos de oportunidad económica y cuáles también serán los obstáculos que encontrarán al momento de establecer sus planes y estrategias de mercado.

En términos teóricos, esto tiene que ver con algunos de los temas sustantivos de la obra de María Josefa Santos y Rebeca De Gortari donde se presta especial atención a aquellos fenómenos derivados de la compleja interacción y apropiación de la tecnología por parte del uso humano y se le permite al usuario definir una serie de especificaciones técnicas para la mejora de su experiencia con un producto determinado.²³¹

A nivel mundial, las ventas de automóviles híbridos -con motor eléctrico y de combustión interna- y eléctricos han aumentado de manera considerable, sobre todo en países con grandes expectativas hacia sus políticas de neutralidad de carbono como lo son los países europeos. Según datos de JATO, agencia de

²³¹ Cfr. María Josefa Santos; Rebeca de Gortari; Yvón Angulo; Érika Rueda y Gabriel Pérez, *Acceso tecnológico: una reinterpretación de la biblioteca pública mexicana*, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México, 2006.

marketing especializada en el sector automotriz, en los primeros seis meses de 2019, año de referencia clave en ventas antes de los estragos causados por el confinamiento por COVID-19, las ventas de vehículos eléctricos incrementaron un 92% al alcanzar un total de 765 mil unidades comercializadas a nivel mundial²³².

Noruega, Países Bajos y Suecia fueron los países con mayor participación orientada a la venta de este tipo de vehículos dentro de sus mercados con un 37.1% para Noruega; 6.5% para Países Bajos y 4.8% para Suecia del total de ventas realizadas a nivel mundial dentro del período antes mencionado.²³³

Para lograr este incremento, la industria automotriz ha tenido que enfocarse en factores como la educación, la imagen corporativa de cada una de las marcas, la capacidad adquisitiva de los clientes, la generación a la que pertenecen, así como el género; aspectos determinantes a la hora de analizar las implicaciones que tienen las ventas en el sector del automóvil en general y, por ende, en el eléctrico en particular.²³⁴

Los países de la Unión Europea se encuentran obligados a respetar los límites que se han establecido en la cantidad de emisiones de CO₂ que puede emitir cada país a la atmósfera. A menudo estos límites son traspasados y los países se ven obligados a pagar cuantiosas multas por el daño producido; por ello, se incentiva a que la educación de la sociedad haga conciencia en los daños que se generan en el medio ambiente a través de las emisiones de dióxido de carbono que emiten los automóviles de combustión interna, favoreciendo así a los eléctricos, realidad que se hace cada vez más cercana en estos países.²³⁵

Esta nueva preocupación referente a los daños medioambientales, de sustentabilidad y demás temas ecológicos se le atribuyen particularmente al factor generacional el cual, es sustancial para la adopción de vehículos eléctricos. Las generaciones *Boomer* y *X* mantienen una mentalidad y conducta apegada a años de conducción bajo un mismo esquema energético; mientras

²³² S/a, "Autos eléctricos meten el acelerador, ¿qué explica su crecimiento?", en *Deloitte*. [en línea], octubre 2021, Dirección URL: <https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/dnoticias/articulos/crecimiento-d-e-autos-electricos-en-mexico.html> [consulta el 15 de diciembre de 2021].

²³³ *Ídem*

²³⁴ María Jesús Giménez Abad, *Análisis del sector de la movilidad eléctrica. El caso de Tesla en España*, Comillas, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, España, 2019, p. 24.

²³⁵ *ibidem*, p. 26.

que los consumidores *Millennial* y de la generación Z tienen un apego mayor al uso de tecnología impulsada por la electricidad.²³⁶

Las nuevas generaciones no necesariamente han adoptado una conducta de manejo donde se reconozcan las cualidades estructurales del modelo energético tradicional, sino que incluso lo cuestionan por los daños que ha generado, haciendo más sencillo establecer un cambio en la fuente energética de los vehículos y servicios que usan²³⁷. Es así que, conforme estas generaciones vayan creciendo y ampliando sus capacidades de compra, comenzarán a adquirir, en mayor medida, estos autos, al mismo tiempo que la conciencia medioambiental cobrará mayor relevancia y tendrá un peso más grande dentro de las decisiones de los consumidores.²³⁸

Es de esta manera que la generación *Millennial* se ha convertido en el segmento de mayor oportunidad para los productores automotrices de vehículos eléctricos; sin embargo, estos deberán enfocarse en los sub-segmentos como generaciones superiores para mejorar la profundidad, adopción e impacto en el mercado, especialmente para los productores de origen de las tecnologías como la batería, los cuales pueden mejorar su percepción a través de avances innovadores o en la nueva infraestructura de carga.²³⁹

Actualmente se vive en un punto de inflexión para la adopción de automóviles de batería eléctrica debido a que a nivel de mercado, están encontrando precios competitivos con vehículos de diversas gamas que siguen con el patrón de combustión interna; no obstante, los precios aún son elevados y se tiene una alta expectativa de que bajen en un futuro cercano debido a que para el consumidor promedio, todavía es complicado y poco motivante adquirir un modelo eléctrico.²⁴⁰

²³⁶ John Kiser; Jeremiah Eberhardt, "Are We Finally at a Tipping Point of Adoption for Battery Electric Vehicles?", en *IPSOS* [en línea], 13 de diciembre de 2021, Dirección URL: <https://www.ipsos.com/en-us/knowledge/customer-experience/are-we-finally-at-a-tipping-point-of-adoption> [consulta el 20 de diciembre de 2021].

²³⁷ *Ídem*

²³⁸ S/a, "Autos eléctricos meten el acelerador, ¿qué explica su crecimiento?", en *Deloitte*. [en línea], octubre 2021, Dirección URL: <https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/dnoticias/articulos/crecimiento-d-e-autos-electricos-en-mexico.html> [consulta el 15 de diciembre de 2021].

²³⁹ John Kiser; Jeremiah Eberhardt, *op. cit.*

²⁴⁰ S/a, "Autos eléctricos meten el acelerador, ¿qué explica su crecimiento?", en *Deloitte*. [en línea], octubre 2021, Dirección URL: <https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/dnoticias/articulos/crecimiento-d-e-autos-electricos-en-mexico.html> [consulta el 15 de diciembre de 2021].

Las empresas automotrices deben enfocarse en las maneras en que pueden hacer estos automóviles más atractivos. El mercado en general encuentra en ciertos aspectos los factores que resultan de importancia a la hora de adquirir un vehículo eléctrico; por ello, la consultora IPSOS destaca que la carga en casa es uno de los factores que más interesa al consumidor para comprar un automóvil eléctrico con un 81% de preferencia como valor de venta; asimismo, destaca un alto rango de duración de la batería en una conducción puramente eléctrica con 77%; exenciones o incentivos de impuestos con 67% de aceptación. De igual manera, que el diseño sea atractivo es uno de los valores que más personas buscan con un 57% de las citas según el estudio realizado en EE. UU.²⁴¹

Actualmente, los medios de comunicación cada día hacen más énfasis en la necesidad de reducción de las emisiones de carbono y por ello generan publicidad que insta a los ciudadanos a que sean más responsables con el medio ambiente a través de campañas del uso de bicicleta, transporte público y automóviles eléctricos²⁴², haciendo que la publicidad enfocada a los vehículos de carga eléctrica, junto la expansión de los centros de carga, los precios de la gasolina convencional en elevación e incertidumbre y los incentivos fiscales sean de lo que más beneficie al mercado de los autos eléctricos.²⁴³

Desde 2016 comenzó el compromiso de las empresas automotrices de origen hacia los autos eléctricos, permitiendo que algunas de estas compañías ya hayan adaptado numerosos modelos eléctricos e híbridos para el mercado dentro de los próximos 3 a 5 años. Es de esta manera que los próximos vehículos con batería que llegan al mercado en 2021-2022 ya se encuentran en el segmento de los consumidores que los desean, especialmente tras reanudar las conferencias automotrices post pandemia, espacios donde se ofrecen modelos con estilos únicos, beneficios, rangos atractivos y cargas rápidas.²⁴⁴

No cabe duda de que en el futuro seguiremos observando reducciones en los costos de las tecnologías limpias que impulsan estos autos pero, para llegar más rápido a las metas establecidas, que es reducir la emisión de contaminantes

²⁴¹ IPSOS, Is there a target market for electric vehicles? IPSOS POV, 2017, p. 2.

²⁴² María Jesús Giménez Abad, *op. cit.*, p. 26.

²⁴³ John Kiser; Jeremiah Eberhardt, *op. cit.*

²⁴⁴ *Ídem*

a través de vehículos eléctricos e híbridos²⁴⁵, depende en gran medida de los esfuerzos coordinados del gobierno con la sociedad a través de políticas públicas que incentiven las compras de estos modelos.

2.3.2 Relevancia política en torno al modelo de movilidad eléctrica.

El despliegue de vehículos durante las últimas dos décadas ha impulsado numerosas políticas gubernamentales para reducir la demanda en el transporte sin dejar de lado los beneficios ambientales de eliminar los gases tóxicos del aire y así reducir el cambio climático; sin embargo, es hasta esta última década, con el desarrollo del paradigma de movilidad eléctrica, que los gobiernos de todo el mundo han puesto en marcha una serie de políticas públicas para incentivar el nuevo modelo energético.²⁴⁶

Estas políticas van desde apoyar la transformación del sector del transporte general, hasta políticas nacionales de reducción de gases de efecto invernadero exclusivas del transporte, aspecto que impulsa objetivos de eficiencia de combustible, estandarización de emisión de gases de CO₂; así como objetivos y mandatos para la venta de vehículos eléctricos, apoyos financieros a consumidores y manufactureros, infraestructura de carga, regulación y soporte de la misma.²⁴⁷

En los años recientes, estas políticas se han complejizado de tal manera que sean capaces de acompañar las políticas medioambientales generales de cada uno de los países que cuentan con éstas; asimismo, son paralelas a una visión para reducir progresivamente la venta de vehículos de combustión interna a mediano plazo para lograr un 100% en las ventas de vehículos eléctricos.²⁴⁸

Estos objetivos y políticas pretenden mandar un mensaje al comprador y a las grandes industrias para establecer buenos términos de venta, especialmente con las restricciones de acceso a vehículos de combustión interna

²⁴⁵ S/a, "Autos eléctricos meten el acelerador, ¿qué explica su crecimiento?", en *Deloitte*. [en línea], octubre 2021, Dirección URL: <https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/dnoticias/articulos/crecimiento-d-e-autos-electricos-en-mexico.html> [consulta el 15 de diciembre de 2021].

²⁴⁶ International Energy Agency, *op. cit.*, p. 86.

²⁴⁷ *Ídem*

²⁴⁸ *Ídem*

considerados en grandes ciudades, apegados con visiones a mediano y largo plazo del desarrollo técnico de los vehículos eléctricos.²⁴⁹

Estos movimientos han sido particularmente fuertes y exitosos en Europa; Noruega, país con mayor índice de ventas a nivel mundial de autos eléctricos, ha anunciado un objetivo donde todas las ventas de vehículos y camionetas de menor tamaño pasen a ser de cero emisiones para el año 2025. Otros países comparten la misma ambición que Noruega como Francia y Reino Unido para el año de 2040 y 2035, respectivamente; mientras que fuera de Europa, países como Canadá, algunos estados de Estados Unidos, Costa Rica, Japón, etc., ya se encuentran con planes dentro del periodo de 2030 a 2050 como se muestra en la tabla 3.²⁵⁰

Tabla 3.

Planes por país sobre Vehículos Cero Emisiones (VCE)	
Asia	
China	25% del total de ventas de VCE para 2025.
Japón	100% de VCE para 2050.
Corea del Sur	33% de abastecimiento de VCE para 2030.
Malasia	100 mil vehículos eléctricos disponibles a la venta para 2030.
Sri Lanka	100% de abastecimiento de vehículos eléctricos e híbridos para 2040.
Europa	
Unión Europea	13 millones de VCE disponibles en 2025.
Dinamarca	Un millón de autos eléctricos disponibles pero sin venta de Vehículos de Combustión Interna (VCI) para 2030; 100% de VCE en venta para 2035.
Francia	1.8 millones de VCE, 3 millones de vehículos eléctricos para 2028 y no venta de VCI para 2040.
Alemania	Todos los vehículos deberán ser VCE para 2050.
Islandia	Prohibición de registro de nuevos VCI para 2030.
Países Bajos	100% de ventas de VCE para 2030.

²⁴⁹ *Ibidem*, p. 87.

²⁵⁰ *Ídem*

Suecia	Prohibición de venta de VCI para 2030.
Reino Unido	Prohibición de venta de VCI para 2030.
América	
Canadá	10% de VCE para 2025; 100% de ventas de VCE para 2040 con disponibilidad de 14 millones de VCE.
Estados Unidos	3.3 millones de VCE en 11 estados (California, Colorado, Connecticut, Maine, Maryland, Massachusetts, New Jersey, Nueva York, Oregon, Rhode Island y Vermont) para 2025; todos los vehículos deberán ser de cero emisiones para 2050 en 10 estados (California, Connecticut, Maryland, Massachusetts, New Jersey, New York, Oregon, Rhode Island, Vermont y Washington).

Fuente: Elaboración propia con información de International Energy Agency, *Global EV Outlook 2020: Entering the decade of electric drive?*, IEA Publications, pp. 87-90.

Como se puede observar en el cuadro anterior, México no aparece en las referencias, hecho que supone un rezago significativo en el proceso de transición del paradigma tecnoeconómico. Asimismo, se puede observar que muchos países están apuntando hacia un financiamiento para impulsar las compras de vehículos eléctricos y así cumplir con sus políticas y ayudar a sus ciudadanos a afrontar la compra de un automóvil aún caro, el cual puede estimular el mercado de desarrollo de los autos eléctricos. De igual manera, dependiendo del país, existen incentivos y políticas aplicables a los consumidores privados; por ejemplo, en Países Bajos existe una reducción de impuestos para las compañías que utilicen flotas de autos eléctricos.²⁵¹

Noruega es un caso relevante que otorga exenciones de impuestos a compradores de vehículos eléctricos; no obstante, en casi todos los países del mundo que cuentan con planes referentes a la movilidad eléctrica, otorgan subsidios de entre 4500 a 6800 dólares para adquirir un auto eléctrico. Incluso en Europa hay países que implementaron impuestos basados en la producción de CO₂ para penalizar la venta de vehículos de combustión interna; asimismo, países con planes de implementación masiva de vehículos eléctricos como China, planean reestructurar sus programas de incentivos y reducir subsidios directos.²⁵²

²⁵¹ International Energy Agency, *op. cit.*, p. 91.

²⁵² *Ídem*

Tabla 4.

Casos relevantes de subsidios en la compra de vehículos eléctricos	
Canadá	\$3,700 USD para autos con precio máximo de \$44,800 USD.
China	\$1,200-\$2,300 USD según el rango de la pila, con exención de impuestos en autos con precio máximo de \$42,400 USD.
Francia	\$3,400-\$6,800 USD para automóviles con precio máximo de \$50,800 USD; sin pago de impuestos en diversas regiones subnacionales.
India	Subsidio de \$130 USD por cada kWh de la batería con tope de \$4,000 USD; así como reducción en la deducción de impuestos de hasta \$2,000 USD.
Italia	\$4,500-\$6,800 USD; con exención anual de pago de impuestos por tenencia durante 5 años en automóviles totalmente eléctricos.
Japón	Subsidio desde \$1,800 USD hasta \$20,800 USD si el automóvil es totalmente eléctrico, así como exención de impuestos del automóvil.
Noruega	No cuentan con subsidio pero hay exención a ciertos impuestos de tenencia vehicular pero hay pago de impuestos según peso de contaminación en CO ₂ .
Países Bajos	Reducción de impuestos y exenciones elevadas; sin embargo, se alcanzará un estándar de subsidio por compra hasta el año 2026.
Estados Unidos	Reducción de impuestos de hasta \$7,500 USD dependiendo de la capacidad de la batería. Reducción gradual para cada manufacturera hasta la venta de 200 mil vehículos eléctricos.

***Fuente:** Elaboración propia con información de International Energy Agency, *Global EV Outlook 2020: Entering the decade of electric drive?*, IEA Publications, pp. 92-94.

Múltiples gobiernos nacionales, provinciales y locales en todo el mundo han introducido múltiples políticas para apoyar la adopción del mercado masivo de vehículos eléctricos en sus múltiples presentaciones. Una variedad de políticas han sido establecidas para proveer soporte financiero a consumidores y manufactureras; incentivos no monetarios; subsidios para el despliegue de infraestructura de carga; regulaciones de largo plazo con objetivos concretos, entre muchas más.²⁵³

²⁵³ Ídem

Para analizar concretamente un caso que ejemplifica lo anterior, se utilizará a Estados Unidos como referente por ser un mercado aún en progreso y con altas posibilidades de crecimiento por su diversidad y gran masa poblacional, así como ser el principal referente del capítulo tres.

Estados Unidos cuenta con una larga trayectoria a nivel federal promoviendo vehículos más eficientes, probablemente desde la década de 1970, así como vehículos de bajas emisiones, sin embargo, en los últimos años se ha comenzado un arduo debate en el seno político entre los gobiernos estatales con el federal para marcar un camino hacia estándares de eficiencia de combustibles compatibles con el modelo sugerido a nivel mundial.²⁵⁴

El caso federal de EE. UU. marca una serie de revisiones realizadas en marzo de 2020 donde se propuso modificar los estándares del *Safer Affordable Fuel-Efficient (SAFE) Vehicles Rule for Model Years 2021-2026 Passenger Cars and Light Trucks* y del *Corporate Average Fuel Economy (CAFE)*. La propuesta de revisar estos estándares se muestra como un retroceso significativo de lo establecido en el año 2012, modificando de 4.7% a 1.5% las mejoras de combustible económico para modelos de 2021 a 2026.²⁵⁵

Múltiples expertos indican que la imposición gubernamental del mantenimiento de estos estándares en la sociedad superaría los costos de cumplimiento de las empresas automotrices; es decir, no existe un beneficio para consumidores minoristas, aspecto que va contra los principios del nuevo modelo energético y de movilidad.²⁵⁶

Por lo anterior, los estados que conforman la Unión Americana tienen la prerrogativa de adoptar políticas y regulaciones para promover el despliegue y desarrollo de los vehículos eléctricos y de otros sistemas de movilidad de bajas emisiones de carbono. En particular, el estado de California propuso un compromiso con cinco empresas automotrices el cual se encuentra en mejor perspectiva que lo propuesto por el CAFE y las reglas del SAFE.²⁵⁷

Solamente cuatro empresas automotrices han estado de acuerdo en disminuir la fuerza y el cumplimiento de los estándares CAFE y SAFE y éstas

²⁵⁴ *Ibidem*, p. 115.

²⁵⁵ *Ídem*

²⁵⁶ *Ídem*

²⁵⁷ *Ibidem*, pp. 115-116.

son General Motors, Fiat-Chrysler, Toyota y Volvo²⁵⁸; aspecto que demuestra que aún existe renuencia hacia la aceptación de este modelo en el país pero que en parte debe aceptar la realidad global de las manufactureras automotrices que cambian su modelo de negocios mientras compiten con las nuevas productoras de automóviles eléctricos como Tesla.

De acuerdo con el Centro de Datos para Combustibles Alternativos, todos los estados de Estados Unidos cuentan con políticas que incentivan el desplazamiento comercial de vehículos con combustibles alternativos y/o que apoyan con la implementación de infraestructura. De estos estados, 16 cuentan con subsidios estatales, créditos en impuestos o reducciones de inspecciones que explícitamente apoyan la compra de vehículos eléctricos para individuos privados.²⁵⁹

El estado de California resulta el caso más relevante dentro de los antes mencionados, debido a que las políticas de cero emisiones y las nuevas regulaciones implementadas para el uso de vehículos eléctricos ha llevado a un momento en el que por sí mismo, genera la presión suficiente para que otros estados renuentes a este cambio finalmente se decanten en elegir propuestas similares, como ha sido el caso de Minnesota y Nuevo México.²⁶⁰

De esta manera, se demuestra que el éxito de este nuevo paradigma energético y de movilidad depende en gran medida de los esfuerzos coordinados de la sociedad, del gobierno a través de sus políticas internas, así como de la industria automotriz nacional e internacional ya que, la cooperación entre estos actores permite que el camino hacia el cumplimiento de los objetivos planteados globalmente a favor del ambiente sea más corto de alcanzar.

2.4 Empresas automotrices globales y su adaptación al cambio energético.

Al igual que muchos países del mundo, las empresas automotrices han tenido que realizar planes de adaptación a las presiones medioambientales, sociales y políticas; especialmente porque el nuevo paradigma energético y de movilidad

²⁵⁸ *Ibidem*, p. 116.

²⁵⁹ *Ídem*

²⁶⁰ *Ibidem*, p. 117.

incentiva de manera directa a un cambio de producción en los productos finales que estas marcas ofrecen.

Los avances técnicos en materia de energías renovables ha permitido que las formas tradicionales de hacer automóviles sean replanteadas y, para cumplir con las metas globales de medio ambiente, las automotrices han tenido que realizar grandes inversiones para poderse sumar al movimiento sin necesidad de perder mercado frente a marcas especializadas en la creación de vehículos de carga eléctrica; haciendo necesaria una reformulación gerencial y de las formas en que se llevan a cabo las funciones básicas de producción automotriz, incluyendo sus cadenas de valor, tiempos de trabajo, ventas masificadas, etc.

En la ponencia realizada por Ramez Naam, se menciona que Stefan Nicola señala que estos cambios en la industria automotriz están justificados en que la demanda de petróleo llegará a su pico y, aunque aún este momento se encuentre lejano, ya se ha llegado al pico de venta de automóviles de combustión interna; es decir, la venta de autos con motores que usan gasolina para realizar sus funciones, ya no han llegado a los números más altos de venta de su historia y han comenzado una fase descendente respecto a ese número de ventas.²⁶¹

Es en esa curva descendente donde los automóviles eléctricos han encontrado su oportunidad de mercado debido a que, a pesar de que los vehículos de batería eléctrica no llegan a ventas masificadas, aprovechan el crecimiento que no tienen los autos con motor de combustión interna, como se observa en el gráfico 2, donde se comparan las ventas globales totales de autos en 2018 y 2019 y se observa cómo los eléctricos ya comienzan a expandir sus ventas sobre los de combustión interna.²⁶²

El petróleo fue la fuente de energía predominante del sector del transporte, siendo el proveedor del 92% de la energía final de la última década. Tras el aumento de la demanda por transporte que significó el incremento de las emisiones de dióxido de carbono, el transporte se convirtió en el sector responsable de casi un cuarto de las emisiones globales de CO₂, lo cual lo hace un contaminador significativo.²⁶³

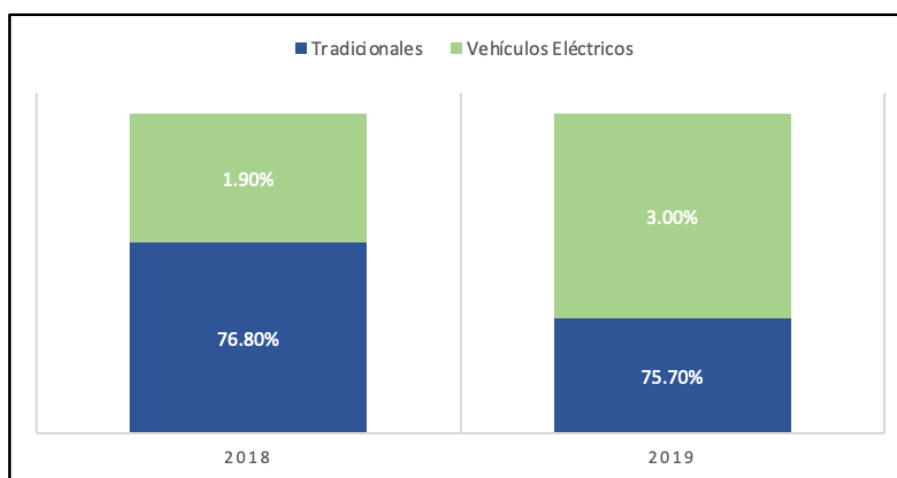
²⁶¹ Stefan Nicola; Elisabeth Behrmann, “‘Peak car’ and the End of an Industry” en *Bloomberg* [en línea], 17 de agosto de 2018, Dirección URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-08-17/-peak-car-and-the-end-of-an-industry> [consulta el 20 de diciembre de 2021].

²⁶² Ramez Naam, *op. cit.*

²⁶³ International Energy Agency, *op. cit.*, p. 39.

Gráfico 2.

Crecimiento de Vehículos Eléctricos sobre Tradicionales



Fuente: Elaboración propia con información de Naam, Ramez. “Investing in the energy transition”, *Singularity University*, Dirección URL: <https://www.youtube.com/watch?v=Y10VtxAbt40>

El año de 2010 se convirtió en un parteaguas para la introducción de vehículos eléctricos y su posterior mercado. La electrificación se convirtió en una estrategia tecnológica clave para reducir la densidad de contaminación del aire especialmente en zonas altamente pobladas como las ciudades y que a su vez ayude a los países a encontrar alternativas para alcanzar sus propios objetivos de neutralidad de carbono a través de los beneficios que trae consigo el auto eléctrico.²⁶⁴

Es de esta manera que durante la segunda mitad de la última década, las ventas de autos eléctricos se han disparado, haciendo que los vendedores de estos vehículos se posicionaran rápidamente en el mercado, creando empresas actualmente emblemáticas como *Tesla* o teniendo éxitos de mercado de aquellas ya bien establecidas como *Nissan* con su *Leaf* y *Renault* con su modelo *Zoe*.²⁶⁵

Hacia 2010, únicamente 17 mil vehículos se encontraban en las calles del mundo y únicamente cinco países podían contabilizar más de mil dentro de sus carreteras: China, Japón, Noruega, Reino unido y Estados Unidos. Sin embargo, ya para el año de 2019, antes de la pandemia, se registraron cerca de 7.2

²⁶⁴ *Ídem*

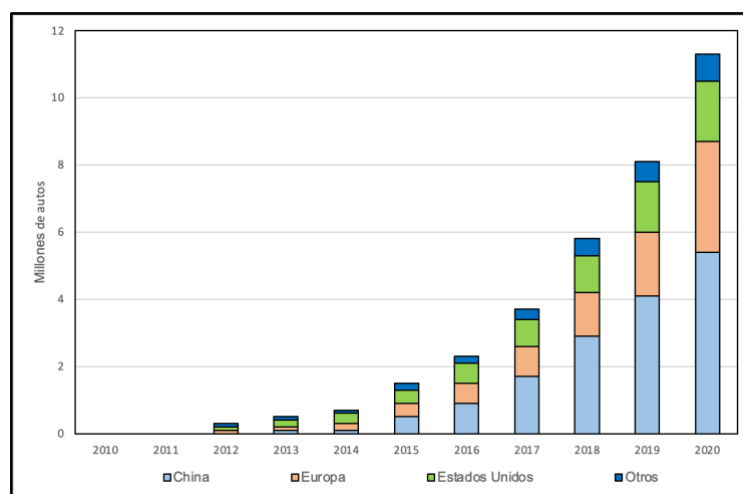
²⁶⁵ *Ídem*

millones de vehículos eléctricos en el mundo, teniendo a nueve países con más de 100 mil autos en sus calles, en donde China, Europa y a Estados Unidos son los que más concentran la disponibilidad de estos autos, mientras que otros 20 países ya superaron el 1% del total de ventas de VE en su mercado en 2019.²⁶⁶

Estos números positivos en ventas de estos vehículos demuestran que existe un cambio palpable en la forma de consumo debido a que los motores eléctricos son congruentes con las nuevas formas de producción de energía eléctrica a las que apuestan los países y dan a entender que el nuevo paradigma apunta al rompimiento de una estructura energética de siglos como lo es la petrolera.²⁶⁷

Gráfico 3.

Disponibilidad de Vehículos Eléctricos por Región



Fuente: Elaboración propia con información de IEA, “Global EV Outlook 2021”, en *IEA* [en línea], Dirección URL: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021?mode=overview> [consulta 3 de enero de 2022].

Dadas estas circunstancias, los productores globales de automóviles ya cuentan con planes sin precedentes, en los cuales apuntan a millonarias inversiones para el desarrollo de baterías eléctricas y de vehículos eléctricos durante los siguientes cinco a diez años, contando con una porción significativa

²⁶⁶ *Ibidem*, p. 40.

²⁶⁷ Ramez Naam, *op. cit.*

de sus presupuestos apuntando a China²⁶⁸, la siguiente gran electropotencia global, como se explicó en el apartado 1.4.

En general, partir de 2019 las productoras automotrices han planeado invertir más de 300 mil millones de dólares en vehículos eléctricos en un lapso de 10 años en total, impulsadas principalmente por la preocupación medioambiental, las políticas gubernamentales y apoyadas por un aceleramiento de los avances tecnológicos en este sector, los cuales mejoran los costos de sus baterías, rango de alcance y tiempo de carga; haciendo importantes estas inversiones las cuales, lideradas por el grupo alemán *Volkswagen*, ya superan los ingresos económicos de Egipto o de Chile.²⁶⁹

Para Reuters, resulta importante destacar que una porción significativa de estas grandes inversiones (aproximadamente 135 mil millones de dólares) están destinadas a gastarse en China, país que promueve arduamente la producción y venta masificada de estos autos; por ello, para productoras nacionales chinas como *SAIC* o *Great Wall Motors* puede existir una amenaza de competencia directa por parte de las grandes multinacionales automotrices con las que actualmente hacen mancuerna para compartir avances tecnológicos en distintos sectores.²⁷⁰

Durante los últimos años, las principales inversoras automotrices se han centrado en Estados Unidos, China, Japón, Corea del Sur, India, Alemania y Francia, siendo estos los países con las empresas o grupos más grandes y poderosos del mundo en el sector automotriz, aspecto que hace necesaria una revisión de las marcas que más están invirtiendo para ser las empresas líderes en esta transformación del paradigma energético automotriz.

En primer lugar, resalta el grupo alemán Volkswagen (VW) quien, a través de sus subsidiarias en Audi y Porsche, ha hecho una inversión total de 91 mil millones de dólares en su segmento eléctrico donde destaca una inversión de 34 mil millones de dólares en iniciativas de movilidad eléctrica, otros 57 mil millones de dólares en cuidados de baterías hacia 2025; mientras que planea introducir

²⁶⁸ Paul Lienert; Christine Chan, "\$300 billion in electric vehicles, with more than 45 percent of that earmarked for China." en *Reuters Graphics* [en línea], 10 de enero de 2019, Dirección URL: <https://graphics.reuters.com/AUTOS-INVESTMENT-ELECTRIC/010081ZB3HD/index.html> [consulta el 10 de enero de 2022].

²⁶⁹ *Ídem*

²⁷⁰ *Ídem*

50 modelos totalmente eléctricos y 30 híbridos para el año de 2025. Posteriormente, para 2025, VW ofrecerá versiones eléctricas de sus 300 modelos disponibles en su portafolio de doce empresas a nivel global; asimismo, ha realizado una inversión de 17 mil millones de dólares para 2022 con aliados chinos de SAIC, FAW y JAC para hacer autos eléctricos.²⁷¹

El siguiente en la lista es grupo Daimler quien, a través de Mercedes Benz y Smart, ha revelado su plan de electrificación de 130 modelos, incluyendo híbridos y de celdas para el año 2030, con un presupuesto de 30 mil millones de dólares para el desarrollo de baterías, mientras que toda la marca Smart se convirtió en eléctrica en 2020. De igual manera, este grupo incluyó vans y camionetas pesadas para hacerse completamente eléctricas. Finalmente, ha comenzado inversiones directas con BAIC y BJEV para comenzar a vender autos eléctricos e inteligentes en China.

En tercer lugar se encuentra el grupo surcoreano Hyundai quien, afiliado con Kia, planea una inversión de 20 mil millones de dólares dentro de los próximos cinco años para hacer vehículos eléctricos y de auto-conducción, así como baterías. Para 2025, el grupo espera contar con 14 modelos puramente eléctricos, 12 híbridos y dos de celda eléctrica; sin embargo, este grupo se encuentra fuera del radar chino, ya que no planea hacer ninguna inversión en aquel país.²⁷²

China cuenta con una gran cantidad de marcas con planes de electrificación; no obstante, estas marcas son nacionales y con poco mercado internacional; por ello, sus grandes planes de inversión únicamente están dentro de China. De estos casos se destaca Changan, quien es la marca china con mayor inversión en movilidad eléctrica con un total de 15 mil millones de dólares y la introducción de 21 nuevos vehículos eléctricos y dejar de vender autos de combustión interna para 2025. El resto de las marcas se dividen entre Great Wall, GAC, JAC, Geely, SAIC, Dongfeng, BYD, BAIC, Chery y FAW con un aproximado de 40 mil millones de dólares de inversión en sus marcas en materia de movilidad eléctrica.²⁷³

²⁷¹ *Ídem*

²⁷² *Ídem*

²⁷³ *Ídem*

Del lado japonés se encuentra Toyota, fuerte impulsor de este movimiento gracias al éxito de su modelo híbrido Prius. Esta marca invertirá un total de 13.5 mil millones de dólares hacia 2030 en tecnologías para sus baterías; de igual manera, se ha aliado con Mazda y Denso para desarrollar vehículos completamente eléctricos con una planeación de 10 modelos eléctricos en China para 2020 y la electrificación de sus modelos actuales para 2025.

Del mismo modo, la japonesa-francesa Renault-Nissan cuenta con una inversión de 10 mil millones de dólares para construir 17 modelos puramente eléctricos para 2022, siendo ocho para Nissan en plataformas compartidas.²⁷⁴

Posteriormente, están el caso de las empresas estadounidenses de las cuales destacan en primer lugar Ford, quien planea lanzar 24 nuevos modelos híbridos y 16 eléctricos para 2022, con expectativas de electrificación total para 2030 con una inversión de 11 mil millones de dólares; después se encuentra el grupo Fiat-Chrysler el cual, a través de Jeep planea vender 10 modelos híbridos y cuatro completamente eléctricos para 2022, Maserati con 4 modelos eléctricos y Alfa Romero con su totalidad de vehículos totalmente eléctricos. En el siguiente lugar está General Motors quien planea tener 23 nuevos vehículos eléctricos para 2023 y para 2025 planea tener modelos híbridos en todas sus subsidiarias como Chevrolet, Cadillac y Buick en el mercado chino en el cual se invertirán 8 mil millones de dólares.²⁷⁵

Finalmente, con menos inversiones pero aún con importantes planes de electrificación se encuentran Land Rover, marca inglesa que planea invertir 2.34 mil millones de dólares para contar con versiones de sus camionetas electrificadas para 2022; asimismo, está Honda, marca japonesa que expuso su interés en convertir dos terceras partes de su portafolio en totalmente eléctrico para 2030 mientras construye baterías para General Motors con una inversión inicial de 545 millones de dólares.²⁷⁶

La realidad de estos grandes proyectos se hace cada día más palpable y, aunque aún este tipo de vehículos es caro, sus beneficios ya se muestran, como los costos de mantenimiento que son 75% más baratos que aquellos autos con motor de combustión interna, debido a que, al contar con un menor número de

²⁷⁴ *Ídem*

²⁷⁵ *Ídem*

²⁷⁶ *Ídem*

componentes mecánicos, se descomponen menos, así como el ahorro en gasto de gasolina en comparación al de luz eléctrica le dan la razón al movimiento sustentable, el cual únicamente se irá abaratando conforme se masifique.²⁷⁷

Toda esta serie de beneficios permiten que las distintas sociedades a las que están orientados todos estos planes automotrices se vayan adaptando y permitan el ingreso gradual y profundo de este nuevo paradigma de movilidad y de energía; por ello, el caso particular de Estados Unidos permitirá observar de manera detallada y clara la manera en que este sistema penetra en la sociedad en diferentes niveles; asimismo, se podrá analizar el proceso de evolución sociotécnica que atraviesa este territorio tan importante en términos de mercado.

²⁷⁷ Ramez Naam, *op. cit.*

3. La industria automotriz en Estados Unidos frente al paradigma tecnoeconómico energético.

Una vez detallado en los capítulos anteriores la manera en que se está gestando una transición en el modelo paradigmático energético actual y la manera en que impacta directamente en sectores como la industria automotriz haciendo que ésta deba adaptarse a las circunstancias actuales, cabe la necesidad de explicar la forma en que dicho proceso penetra en sociedades particulares y cómo adoptan nuevas formas de vida, de pensamiento y de acción frente a esta coyuntura.

El caso de Estados Unidos resulta relevante ya que en los últimos 100 años ha encontrado en el petróleo una fuente activa de riqueza y bienestar económico, el cual le ha permitido a grandes empresas automotrices expandirse tanto en su territorio como en aquellas esferas de su influencia, haciendo que esta nación se vuelva un punto clave para estudiar la manera en que este nuevo paradigma da forma a nuevas prácticas que se adhieran al nuevo modelo global reconociendo su contexto histórico, así como las necesidades e intereses de su población.

De igual manera, se debe atender de manera particular a aquellos agentes de cambio que, por múltiples intereses, encuentran en este nuevo modelo ventanas de oportunidad que amenazan al régimen tradicional que mantiene poder en esferas políticas y económicas, las cuales buscan adaptarse frente a la presión ejercida por dichos agentes, la sociedad misma y las innovaciones tecnológicas que prometen hacer a este cambio más asequible para la población en general.

Por lo anterior, en el presente capítulo se hará uso de las herramientas teórico-metodológicas expuestas con anterioridad para ilustrar la manera como un país, su población, las industrias que se desarrollan en él, la tecnología y el contexto político convergen frente a un tema común y se transita hacia un nuevo paradigma tecnoeconómico.

3.1 Desarrollo histórico del automóvil eléctrico en Estados Unidos.

Al hablar del origen del automóvil constantemente se evita mencionar a aquellos modelos que no se mantuvieron vigentes frente a aquellos que se mantuvieron y fueron adoptados por las empresas para masificarlos y acercarlos a la

población; éste fue el caso del automóvil eléctrico el cual, por la coyuntura ecológica, social, política, tecnológica y económica encuentra en su historia una oportunidad más de establecerse como un vehículo confiable capaz de mantener una competencia directa con los autos de combustión interna que históricamente han sido los modelos más exitosos por una serie de circunstancias que les permitió un desarrollo superior a los eléctricos.

A pesar del constante crecimiento en ventas de los modelos eléctricos en sus diversas modalidades como híbridos, híbridos enchufables o totalmente eléctricos, así como la buena publicidad dirigida hacia estos autos en los últimos diez años, el automóvil eléctrico fue introducido hace más de 100 años y en sus inicios gozó de buena popularidad; sin embargo, por múltiples circunstancias, nunca fue capaz de mantenerse en una posición de interés para los entusiastas automotores.

Es de esta manera que resulta importante realizar el desglose de la trayectoria histórica de estos vehículos ya que permite explicar la forma en que su éxito o fracaso se dio conforme el contexto epocal y a las circunstancias sociales imperantes donde se toma en cuenta el desarrollo tecnológico, las necesidades sociales, los recursos existentes y el interés en la industria en el territorio estadounidense.

Acerca del origen exacto del vehículo eléctrico, resulta complicado encontrar una fecha exacta, un inventor o un país exacto; esto se debe a que fue un invento que se desarrolló conforme la existencia de otros múltiples inventos como la batería hasta el motor eléctrico, que permitieron que el primer auto eléctrico tocará las calles aproximadamente en el año 1800²⁷⁸. En la etapa temprana del Siglo XIX, diversos inventores en Hungría, Países Bajos y Estados Unidos comenzaron a jugar con el concepto de “vehículo impulsado por una batería” y crearon los primeros autos eléctricos a escala.

Robert Anderson, inventor británico, desarrolló el primer carruaje eléctrico en la misma época pero fue hasta la segunda mitad del Siglo XIX que inventores franceses e ingleses construyeron los primeros carros eléctricos prácticos, tal y como se puede apreciar en la siguiente figura.²⁷⁹

²⁷⁸ Rebecca Matulka, “The History of the Electric Car” en *Energy.gov* [en línea], septiembre 2014, Dirección URL: <https://www.energy.gov/articles/history-electric-car> [Consulta 15 de febrero de 2022].

²⁷⁹ *Ídem*

Figura 3.
Primer carruaje eléctrico en 1832



Fuente: Rebecca Matulka, "The History of the Electric Car" en *Energy.gov* [en línea], septiembre 2014, Dirección URL: <https://www.energy.gov/articles/history-electric-car>

En Estados Unidos, el primer auto eléctrico funcional hizo su debut cerca de 1890. Fue creado por el químico William Morrison que vivía en Iowa, quien desarrolló un vehículo de seis pasajeros con una velocidad máxima de 28 km/h que fue capaz de impulsar la atención en este tipo de automóviles. Durante los siguientes años, inventores de diferentes ciudades comenzaron a llegar a Nueva York e instalaron una flota de hasta 60 taxis eléctricos.

Hacia el año de 1900, los automóviles eléctricos estaban en su apogeo, contabilizando cerca de una tercera parte del total de los vehículos en las carreteras y mostrando un alza en sus ventas durante los siguientes diez años.²⁸⁰

Para comprender completamente el éxito y posterior fracaso del auto eléctrico en el territorio estadounidense, es importante reconocer el marco tecnológico disponible en los años en que se desarrolló esta tecnología, debido a que éste demuestra el resto de las opciones con las que competía el auto eléctrico y la manera en que se llevaba a cabo la vida en ese entonces.

Hacia los primeros años del Siglo XX, el caballo seguía siendo el principal método de transporte pero conforme los estadounidenses se volvían más prósperos económicamente, prefirieron usar vehículos con motor para

²⁸⁰ *Ídem*

trasladarse, ya fuese eléctrico, de vapor o de gasolina, teniendo múltiples razones para preferir el uso de uno sobre otro.²⁸¹

En aquella época, el vapor era una fuente de energía usada y probada que servía para impulsar fábricas y trenes con fiabilidad desde los últimos años del Siglo XVIII; sin embargo, fue hasta 1870 que se comenzó a utilizar en automóviles; no obstante, su uso no fue duradero debido a su falta de practicidad, ya que requería de hasta 45 minutos para calentar el motor, el cual debía ser rellenado con agua a medio camino por su limitado rango de recorrido.²⁸²

Para la misma época en que se comenzaron a desarrollar los primeros modelos eléctricos, un nuevo tipo de vehículo llegaba a las calles: el motor impulsado por gasolina. Gracias a las mejoras en el motor de combustión interna en los años 1800, este tipo de vehículo logró posicionarse, aunque por sus cualidades físicas, este tipo de auto necesitaba un gran esfuerzo manual para ser operado ya que necesitaba de una manivela para ser encendido, haciéndolo complicado para algunas personas operarlo; así como el hecho de que por su motor eran vehículos ruidosos con escapes poco placenteros.²⁸³

Es de esta manera que durante este período, los vehículos eléctricos lograron asentarse ya que estos no tenían los problemas asociados al vapor y la gasolina. Eran autos silenciosos, fáciles de conducir y no emitían gases contaminantes que generaban malestar como el resto de los autos de los mismos años. El vehículo eléctrico se popularizó entre los residentes de zonas urbanas, especialmente en mujeres.²⁸⁴

Los autos eléctricos eran perfectos para viajes cortos alrededor de la ciudad; especialmente en una época donde casi ningún vehículo podía afrontar condiciones carreteras pobres con un rango elevado; por ello, conforme más gente fue ganando acceso a la electricidad en la década de 1910, se volvió más fácil cargar los vehículos eléctricos y por ende, se hicieron más populares que las promesas de los vehículos de combustión interna.²⁸⁵

²⁸¹ *Ídem*

²⁸² *Ídem*

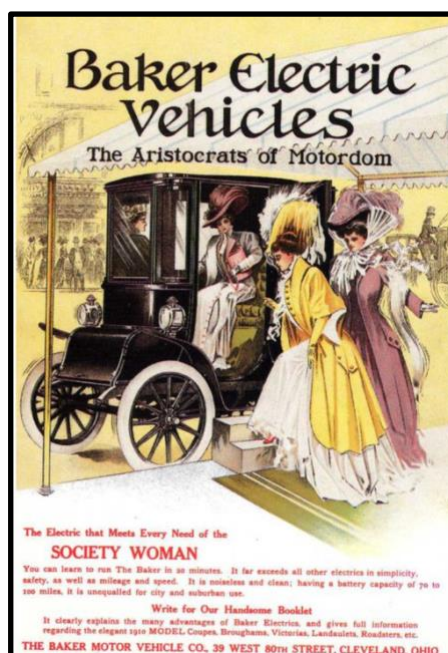
²⁸³ *Ídem*

²⁸⁴ Rebecca Matulka, *op. cit.*

²⁸⁵ *Ídem*

Figura 4.

Anuncio de automóvil eléctrico enfocado al público femenino



Fuente: Rebecca Matulka, "The History of the Electric Car" en *Energy.gov* [en línea], septiembre 2014, Dirección URL: <https://www.energy.gov/articles/history-electric-car>

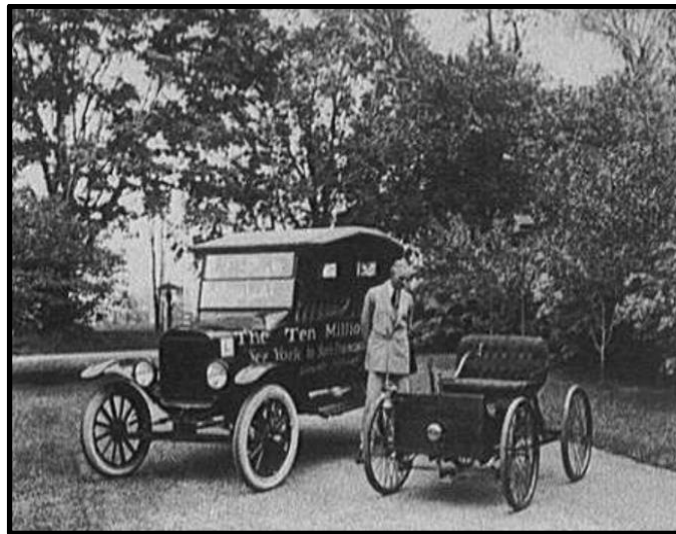
Debido a la gran demanda de los vehículos eléctricos en la época, diversos inventores exploraron maneras de mejorar las tecnologías que impulsaba dichos autos. Por ejemplo, Ferdinand Porsche, creador de la marca alemana con el mismo nombre, desarrolló su primer vehículo eléctrico en 1898 con el nombre P1; sin embargo, para el mismo año, creó el primer automóvil eléctrico híbrido del mundo. Otro inventor, Thomas Edison, creía que los autos eléctricos contaban con una tecnología superior e incluso se asoció con Henry Ford para explorar la opción de crear autos eléctricos de bajo costo en 1914.²⁸⁶

Después de todo, fue la producción en masa del Modelo T de Henry Ford quien dio un golpe que terminaría con la popularidad del eléctrico. El Modelo T, energizado por gasolina era más barato y tenía una amplia disponibilidad. Para el año de 1912, los autos de combustión interna costaban aproximadamente \$650 USD, mientras que los eléctricos \$1,750 USD. Para el mismo año, Charles Kattering introdujo el iniciador eléctrico que fue el sustituto perfecto para la manivela, elevando el potencial de ventas de los autos de gasolina.²⁸⁷

²⁸⁶ *Ídem*

²⁸⁷ *Ídem*

Figura 5.
Modelo T de Henry Ford contra el vehículo eléctrico



Fuente: Rebecca Matulka, “The History of the Electric Car” en *Energy.gov* [en línea], septiembre 2014, Dirección URL: <https://www.energy.gov/articles/history-electric-car>

El marco tecnológico, categoría de análisis sustantiva en el enfoque constructivista de la innovación tecnológica desarrollado por Trevor Pinch y Wiebe Bijker, en el que se desarrolla alguna innovación es sustancial para el éxito o el fracaso de ésta y, para el automóvil eléctrico, no fue la excepción. Efectivamente, su fracaso en Estados Unidos se debió, principalmente, a que las baterías no estaban aún desarrolladas para recorrer las grandes distancias de los recientes corredores urbanos y carreteras estadounidenses del Siglo XX.

De igual manera, en el mismo contexto, el descubrimiento de los grandes yacimientos de petróleo en Texas hizo que la gasolina se hiciera más barata y de fácil acceso para los habitantes de zonas rurales, permitiendo la expansión de centros de reabastecimiento a lo largo y ancho del territorio, mientras que las brechas tecnológicas sociales apenas permitían que unos cuantos estadounidenses fuera de las ciudades contaran con electricidad, haciendo que el vehículo eléctrico desapareciera totalmente para 1935.²⁸⁸

Lo anterior indica que el fracaso inicial de los autos eléctricos en EE. UU. estuvo directamente relacionado con el contexto histórico y el marco tecnológico,

²⁸⁸ *Ídem*

como se señaló anteriormente, donde la masificación del vehículo de combustión interna con el abaratamiento de los combustibles fósiles dentro del país, así como con la expansión social y de la infraestructura carretera permitió la penetración de la nueva tecnología, sentando el precedente directo de la transición energética y de movilidad dentro de una nueva revolución industrial durante los siglos XIX y XX.

Más adelante, durante las décadas de 1960 y 1970, las circunstancias históricas y sociales permitieron un nuevo espacio de oportunidad para los automóviles eléctricos en territorio estadounidense. En el año de 1973, los precios internacionales del petróleo subieron mientras se dio una baja en la disponibilidad del crudo mismo debido al embargo petrolero árabe, aspecto que llevó al gobierno de Estados Unidos a encontrar una manera de disminuir la dependencia al petróleo extranjero mientras exploraba maneras de obtener recursos energéticos desde su propio territorio.²⁸⁹

Como una medida política encaminada a disminuir la dependencia energética, el congreso estadounidense a través del Acta de Desarrollo e Investigación para Vehículos Eléctricos e Híbridos en el año de 1976, dotó de recursos al Departamento de Energía para promover investigación que orientara al desarrollo científico y tecnológico de automóviles eléctricos e híbridos.²⁹⁰

Bajo el mismo contexto, múltiples empresas automotrices comenzaron a desarrollar su interés hacia la elaboración de vehículos alternativos; en este sentido la empresa estadounidense General Motors (GM) desarrolló un prototipo de auto urbano y eléctrico que fue presentado en el Primer Simposio de la Agencia de Protección Medioambiental del Desarrollo de Sistemas de Poder de Baja Contaminación en 1973; asimismo la American Motor Company creó *jeeps* eléctricas que utilizó el Sistema Postal de Estados Unidos en 1975 como prueba.

A pesar del creciente interés por el gobierno y estas empresas, el auto eléctrico no pudo mantenerse como rival cercano a los autos impulsados por gasolina, principalmente por el limitado rendimiento de sus baterías y las bajas velocidades que alcanzaba, promediando un tope de 45 millas por hora (70

²⁸⁹ *Ídem*

²⁹⁰ Rebecca Matulka, *op. cit.*

kilómetros por hora, aproximadamente) con un rango de 40 millas (65 kilómetros, aproximadamente) antes de su siguiente recarga.²⁹¹

Fue hasta la década de 1990 que los autos eléctricos volvieron a ganar interés y esta vez fue por un cambio coyuntural global: comenzó la serie de regulaciones globales alrededor de la preocupación medioambiental. En Estados Unidos se creó en 1990 el Acta de Enmienda de Aire Limpio y en 1992 el Acta de Política Energética, mientras que en California comenzaron una serie de regulaciones en las emisiones en el transporte, aspectos que crearon un renovado interés en la electrificación de la movilidad.²⁹²

Bajo estos principios, empresas automotrices comenzaron a modificar sus modelos populares a eléctricos, lo que significaba que los rangos de velocidad y duración de batería se acercaban poco a poco a los vehículos impulsados por gasolina. De estos, destaca el popular EV1 de General Motors, auto que fue creado por esta empresa desde sus cimientos y que contaba con un rango de 80 millas (130 km.) con la habilidad de acelerar de 0 a 50 millas por hora en solamente 7 segundos, permitiendo ganar un interés importante sobre este vehículo, el primer eléctrico en ser producido en masa²⁹³; sin embargo, debido a sus costos de producción el EV1 nunca fue comercialmente viable y GM lo discontinuó en 2001.²⁹⁴

A pesar de contar con una economía creciente y estable, la clase media estadounidense en 1990 no mostraba interés en autos más eficientes, sobre todo porque se mantenía estable el precio de la gasolina. No obstante, el Departamento de Energía promovió y financió a múltiples equipos de trabajo conformados por científicos de diversas áreas e ingenieros que continuaron trabajando en mejoras para los vehículos eléctricos, particularmente en sus baterías.²⁹⁵

²⁹¹ *Ídem*

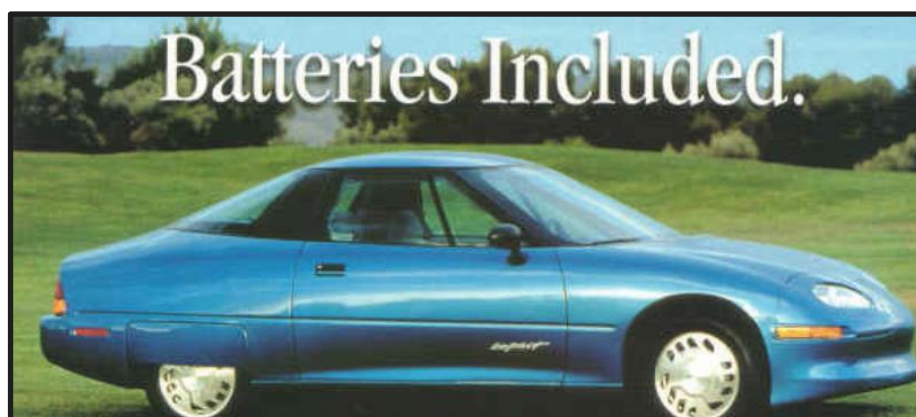
²⁹² *Ídem*

²⁹³ Mauricio Juárez, "General Motors EV1: Así fue el primer coche eléctrico fabricado en masa" en *Motorpasión México* [en línea], 25 de mayo de 2018, Dirección URL: <https://www.motorpasion.com.mx/industria/general-motors-ev1-asi-fue-el-primer-coche-electrico-fabricado-en-masa> [Consulta 15 de febrero de 2022].

²⁹⁴ Rebecca Matulka, *op. cit.*

²⁹⁵ *Ídem*

Figura 6.
EV1 de General Motors



Fuente: Mauricio Juárez, "General Motors EV1: Así fue el primer coche eléctrico fabricado en masa" en *Motorpasión México* [en línea], 25 de mayo de 2018, Dirección URL: <https://www.motorpasion.com.mx/industria/general-motors-ev1-asi-fue-el-primer-coche-electrico-fabricado-en-masa>

No es sino hasta el Siglo XXI cuando se observa un verdadero punto de inflexión con respecto a la atención brindada al auto eléctrico, principalmente por la gran promesa tecnológica que representa pero de igual manera por las presiones gubernamentales hacia el cuidado del medio ambiente existentes globalmente. El automóvil eléctrico se erige como un símbolo del cuidado al medio ambiente y de responsabilidad socioambiental, bajo una idea tecno-optimista.

El anterior punto de inflexión está determinado en Estados Unidos por dos grandes sucesos. En primer lugar, se encuentra la introducción del Toyota Prius. Lanzado en Japón en el año de 1997, el Prius se convirtió en el primer vehículo híbrido de producción en masa vendido en todo el mundo.²⁹⁶

Para el año 2000, las ventas de este modelo fueron un éxito debido a una serie de apoyos publicitarios que permitieron mejorar su percepción en el mercado; no obstante, desde entonces, el constante aumento de la preocupación hacia los temas medioambientales aunado a un aumento global en el precio de las gasolinas, le permitieron al Prius convertirse en el híbrido más vendido en todo el mundo durante todo el siglo pasado, a pesar de no ser el primer híbrido vendido en Estados Unidos.²⁹⁷

²⁹⁶ *Ídem*

²⁹⁷ *Ídem*

Figura 7.
Toyota Prius en 1999



Fuente: Autonocion, "Hace 20 años que tenemos al Prius entre nosotros: ¿Un concepto que ha cambiado el automovilismo?", Dirección URL: <https://www.autonocion.com/toyota-prius-cumplice-20-anos-2020/>

En segundo lugar, el siguiente suceso que ha traído una nueva perspectiva acerca del uso del automóvil eléctrico vino de la mano del anuncio en 2006 de una pequeña *startup* de Silicon Valley, California, de nombre Tesla Motors, la cual dijo que comenzaría a fabricar automóviles deportivos totalmente eléctricos que podrían mantener un rango de hasta 200 millas (unos 300 km. aproximadamente), aspecto que la llevaría a obtener un préstamo gubernamental millonario que le permitiría convertirse en la empresa automotriz eléctrica más grande del mundo hoy en día.²⁹⁸

Es de esta manera que resulta de vital importancia comprender la manera en que Tesla se ha desarrollado desde sus inicios hasta la actualidad dentro de Estados Unidos, pues muestra en su proyecto la manera más eficaz de adaptarse a la nueva oleada de vehículos eléctricos y cómo ha utilizado el movimiento medioambiental a su favor.

3.2 El desarrollo de Tesla Motors en la industria automotriz estadounidense.

Como se mencionó en el apartado anterior, el segundo evento que permitió reformar la imagen de los automóviles eléctricos fue la creación de la marca

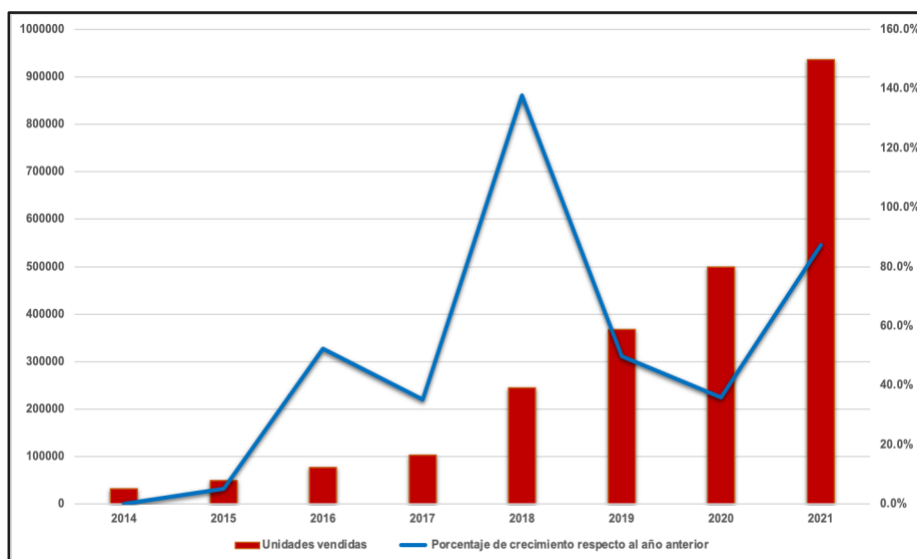
²⁹⁸ *Ídem*

californiana, Tesla, capaz de crear autos deportivos con rangos amplios de movilidad con una sola carga. Gracias a la atención que generaron, el Departamento de Energía de EE. UU. les otorgó un préstamo por 465 millones de dólares para establecer una fábrica en California el cual, pagaron en su totalidad nueve años antes.²⁹⁹

Desde entonces, el desarrollo y posterior éxito de Tesla, llevó a que las grandes empresas automotrices aceleraran su trabajo en la implementación de vehículos eléctricos, trayendo en 2010 el primer modelo de GM, Volt y el primero de Nissan, el LEAF, al territorio estadounidense; sin embargo, dichos intentos no se le acercan a lo logrado ya por Tesla.³⁰⁰

Tesla se muestra como un fabricante joven pero no por ello debe ser ignorado. El crecimiento de la marca californiana no hace más que aumentar durante los años en los que ha estado activa comercialmente, dejando un aumento de ventas del 87.4% en 2021, respecto a sus ventas en el año 2020³⁰¹, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Gráfico 4.
Ventas de automóviles Tesla con porcentaje de crecimiento (2014-2021)



*Fuente: Elaboración propia con información de Mario Herráez, “Tesla batió su récord de ventas en 2021”, en *Autobild.es* [en línea], 4 de enero de 2022, España, Dirección URL: <https://www.autobild.es/noticias/tesla-batio-record-ventas-2021-990007>

²⁹⁹ Rebecca Matulka, *op. cit.*

³⁰⁰ *Ídem*

³⁰¹ Mario Herráez, “Tesla batió su récord de ventas en 2021”, en *Autobild.es* [en línea], 4 de enero de 2022, España, Dirección URL: <https://www.autobild.es/noticias/tesla-batio-record-ventas-2021-990007> [Consulta 5 de marzo de 2021].

Las ventas de esta pequeña compañía tampoco se deben de infravalorar pues, aunque no se comparan en cantidad a las grandes manufactureras automotrices de escala global, sus números son comparables con los de otras empresas consolidadas históricamente. Sírvase de ejemplo que en el año 2018, Tesla comercializó un total de 245,240 automóviles en todo el mundo, número similar al de las ventas del gigante deportivo Porsche con 265,255 en el mismo período, aspecto que pone en perspectiva el crecimiento y aceptación que ha tenido el *startup* comandado por el sudafricano Elon Musk.³⁰²

El crecimiento de esta marca no ha sido por un golpe de suerte, sino por una serie de estrategias comerciales que les ha permitido mantenerse vigentes durante estos últimos años; por ello, surge la importancia de explicar el origen de Tesla incluso antes del apoyo gubernamental pues, en las raíces del proyecto se moldearon los valores de esta empresa que día con día se convierte en un ícono de la innovación, la tecnología y el futuro sustentable.

Tesla originalmente no nace en las manos de su actual CEO, Elon Musk, sino que la marca surge en 2003 a través de Marc Tarpenning y el ingeniero estadounidense Martin Eberhard, con un *startup* de nombre *AC Propulsion* la cual tenía como proyecto inicial el vehículo denominado T-Zero, automóvil eléctrico con una autonomía de unos 300 km.³⁰³

Es hasta el año de 2005, tras una serie de aproximaciones, que llega Elon Musk con inversiones directas a este proyecto tras sus éxitos en empresas como PayPal, para posteriormente, en 2008, convertirse en el CEO que les traería éxitos financieros ya con el nombre de Tesla como comprar la factoría de Fremont, California a Toyota y a GM en 2010 por un total 42 millones de dólares y, principalmente para desarrollar Tesla a lo que es hoy en día.³⁰⁴

³⁰² Daniel Murias, “Tesla vende coches eléctricos sin que mucha gente se haya sentado antes en uno. Estas son las claves de su éxito” en Motorpasión [en línea], 21 de enero de 2020, Dirección URL: <https://www.motorpasion.com/tesla/analisis-claves-exito-tesla-coches-electricos> [Consulta 5 de marzo de 2022].

³⁰³ ABC Reportajes, “La historia de Tesla: de ser una idea utópica a convertirse en la empresa más valiosa de EE.UU.” en *ABC Motor* [en línea], 14 de marzo de 2020, Dirección URL: https://www.abc.es/motor/reportajes/abci-historia-tesla-idea-utopica-convertirse-empresa-mas-valiosa-eeuu-202003140206_noticia.html [Consulta 5 de marzo de 2022].

³⁰⁴ Daniel Murias, “Las 7 claves del éxito de Tesla, o cómo ha llegado a ser la referencia en eléctricos”, en Motorpasión [en línea], 26 de septiembre de 2018, Dirección URL: <https://www.motorpasion.com/tesla/las-7-claves-del-exito-de-tesla> [Consulta 5 de marzo de 2022].

Ya con Musk al mando como CEO, se decide iniciar con el primer proyecto bajo el desarrollo de Tesla el cual sería el primer vehículo eléctrico deportivo denominado Roadster el cual, también sería el primer carro comercializado por esta empresa; sin embargo, fue este vehículo el que marcó la pauta sobre cualquier otro modelo eléctrico fabricado anteriormente en el mundo.³⁰⁵

Cuando se recuerdan los fallidos intentos de venta de autos eléctricos, se vienen a la mente modelos con diseños aburridos o que generaron poco interés hacia el público en general; no obstante, uno de los puntos relevantes del éxito de Tesla fue el desarrollo del Roadster debido a que este deportivo llama la atención por ser un auto con un diseño en suma atractivo; además, este modelo cuenta con una aceleración de 0 a 100 km/h en menos de 4 segundos, factor que le brinda sensaciones reales y verificables para entusiastas de los deportivos escépticos a los eléctricos; mientras que, por un precio de 100 mil dólares, éste es un vehículo “asequible” dentro de la categoría de deportivos pequeños.³⁰⁶

Figura 8.

Tesla Roadster modelo 2008



*Fuente: Daniel Murias, “Las 7 claves del éxito de Tesla, o cómo ha llegado a ser la referencia en eléctricos”, en Motorpasión [en línea], 26 de septiembre de 2018, Dirección URL: <https://www.motorpasion.com/tesla/las-7-claves-del-exito-de-tesla>

³⁰⁵ *Ídem*

³⁰⁶ *Ídem*

De esta manera, entre 2008 y 2010 se vendieron aproximadamente 2,450 Tesla Roadster, consiguiendo suficiente dinero para demostrar hacia sus inversionistas que la idea de un auto totalmente eléctrico es rentable. A pesar de que este proyecto no fue un rotundo éxito en ventas comparado a las ventas de autos en general, con los ingresos generados por el Roadster y con el apoyo gubernamental dado por el Departamento de Energía en 2010, se comienza el desarrollo del posterior éxito de mercado para Tesla: el Model S.³⁰⁷

El Model S llevaría a Tesla Motors al siguiente nivel pues, mientras se desenvolvía el desarrollo de este vehículo, las condiciones político-ambientales permitían vislumbrar la decadencia del motor de combustión interna y de la dependencia a los combustibles fósiles, haciendo patente la necesidad de un sustituto en el marco de un nuevo modelo energético y de movilidad.

Una vez que la opinión pública, las políticas gubernamentales y el contexto socioeconómico coincidieron en condiciones aptas para el desarrollo de vehículos eléctricos, Tesla ya contaba con los desarrollos tecnológicos y con el conocimiento técnico que las grandes empresas de la industria automotriz recién comenzaban a planear y del que necesitaban para adaptarse a las nuevas circunstancias globales.

Para Tesla, el Model S significó esa ventaja sustancial sobre el resto de las empresas mientras que, al mismo tiempo se erigió como el parteaguas con el que la compañía, y toda la industria automotriz a nivel mundial, daba solución a los planteamientos que descartaron históricamente al vehículo eléctrico en los momentos en que los modelos eléctricos ganaron un poco de visibilidad. De esta manera, Tesla optó por vender un automóvil premium eléctrico el cual fuese funcional para satisfacer las necesidades de movilidad de sus usuarios y que no fuera visto como un simple juguete como lo fue su antecesor, el Roadster.³⁰⁸

Con el Model S se planteó cambiar por completo el modelo tradicional de producción, venta y alimentación de un auto convencional, por ello,

El Model S debía ser un coche y no un huevo, como lo eran casi todos los eléctricos. Y si es posible, atractivo. La idea era que el Model S fuese reconocible como un coche eléctrico al mismo tiempo que un automóvil. Es decir, debía

³⁰⁷ *Ídem*

³⁰⁸ *Ídem*

atraer tanto al que busca un coche alternativo como al que simplemente le gustan los coches.³⁰⁹

El diseño se ha convertido en una parte fundamental para vender un producto como un automóvil. Si no gusta y no llama la atención, es muy probable que el auto sea un completo fracaso por muy bueno que sea su nivel tecnológico y técnico, en el caso de Tesla y su Model S, su estrategia fue clara y al mismo tiempo, arriesgada.³¹⁰

El primer Model S ofrecía buenas prestaciones como automóvil, con un 0 a 100 km/h en 5.8 segundos para la versión básica, mientras que su mantenimiento pesado se anuncia hasta los 100 mil km; asimismo, contaba con una autonomía de hasta 370 km. con una sola carga en una batería de 70 kWh, algo inaudito para un auto completamente eléctrico incluso hoy en día.³¹¹

Figura 9.

Tesla Model S en 2010 y Tesla Model S en 2021



*Fuente: Marco Carbajal, “Cuánto cuesta un Tesla Model S 2021” en *Siempre auto* [en línea], 10 de febrero de 2021, Dirección URL: <https://siempreauto.com/cuanto-cuesta-un-tesla-model-s-2021/>

Una vez que Tesla logró dominar aspectos sustanciales para mejorar sus ventas como el diseño, el posicionamiento de la marca y los avances tecnológicos asociados al modelo eléctrico como la autonomía, actualizaciones puntuales y el piloto automático, su éxito era casi inminente. Al mismo tiempo desarrolló uno de los puntos que en múltiples ocasiones se pasa por alto pero le

³⁰⁹ *Ídem*

³¹⁰ Daniel Murias, “Tesla vende coches eléctricos sin que mucha gente se haya sentado antes en uno. Estas son las claves de su éxito”, op. cit.

³¹¹ Daniel Murias, “Las 7 claves del éxito de Tesla, o cómo ha llegado a ser la referencia en eléctricos”, op. cit.

permiten a Tesla mantenerse hasta la actualidad como una compañía en expansión con altas capacidades de competencia con el resto de las automotrices: Tesla domina toda la cadena de valor alrededor de sus vehículos.³¹²

Tesla mantiene un control directo sobre sus tecnologías; la fabricación y venta de cada uno de sus vehículos; el mantenimiento de estos y la fabricación de sus propios supercargadores. Es así como la marca comandada por Elon Musk mantiene a sus clientes con una cercanía directa capaz de controlar cada aspecto del desarrollo tecnológico y energético de su producto.³¹³

Dentro de lo anterior, es en los supercargadores donde se debe prestar mayor atención debido a que es en este sector donde se encuentra el vínculo de estos vehículos con la transición energética global expuesta en los capítulos anteriores. Es a través de estos espacios o parques de carga donde el auto eléctrico obtiene su energía; al igual que una gasolinera en el sistema tradicional y son en estos cargadores donde Tesla ha impuesto una ventaja estratégica pues impulsa alianzas estratégicas con otras marcas y gobiernos para la implementación de infraestructura de carga, mejoras tecnológicas de la misma y penetración de mercado que, al final de cuentas, controla Tesla, aspecto que ninguna otra empresa automotriz en el mundo ha podido realizar bajo el sistema tradicional de carga de gasolina.

En una sintonía distinta, otro de los factores que le permite a Tesla resaltar en el mercado es que esta empresa no utiliza concesionarios físicos. La venta de autos físicos es un aspecto que resulta sumamente problemático en territorio estadounidense debido a que en diversos estados se encuentra prohibido que el fabricante venda directamente sus automóviles. Es de esta manera que Tesla aprovecha y se inserta de lleno en la revolución tecnológica vigente ya que, a través de las ventas en línea es como esta marca realiza sus ventas, haciendo que todo el proceso de elección, financiamiento y compra final del auto se realice a través del internet, entregando finalmente el auto como un pedido de Amazon.³¹⁴

³¹² *Ídem*

³¹³ *Ídem*

³¹⁴ *Ídem*

Diversos especialistas automotrices concuerdan en que el modelo de negocio de Tesla es disruptivo pues reduce las restricciones de tiempo y espacio de un negocio en el marco paradigmático tradicional y a su vez elimina la necesidad de un concesionario con la finalidad de reducir el precio final de venta, eliminando los porcentajes que se llevan los intermediarios del proceso tradicional pero a su vez, le permite a la empresa disponer de un producto con un margen de beneficio superior ya que va directamente a la compañía.³¹⁵

El éxito de Tesla es notorio, especialmente en la rama automotriz que se desempeña pero, a pesar de las complejas competencias existentes en el mercado, esta marca logra imponerse sobre las otras a nivel mundial y sobre todo en EE. UU., demostrando que su adaptación al nuevo paradigma de movilidad es la mejor frente al resto de compañías. Sin embargo, como se analizó anteriormente, la pura existencia de los vehículos o de esta nueva tecnología, no marca una diferencia sino que ésta se complementa con las estrategias de venta para un mejor posicionamiento de imagen y de Tesla en general.³¹⁶

Tesla es una marca que comprende a la perfección la revolución digital imperante; por ello, el comportamiento mediático en redes sociales y sus ventas *online*, son una parte fundamental de su crecimiento acelerado. La marca comandada por Elon Musk no realiza gastos en publicidad, sino que la manera en que la forma en que Tesla ha ganado tanta fama mediática es a través de sus clientes y de las personas que aspiran a tener un vehículo de esta marca mientras que, al mismo tiempo, Elon Musk promueve su gran popularidad a través de sus redes personales, especialmente Twitter.³¹⁷

Musk es el *influencer* más grande de la compañía con un aproximado de 77 millones de seguidores en Twitter, frente a los 17 millones de Tesla en la misma red, siendo ésta en la que el sudafricano se encuentra más activo y la que se presenta como la cara de la compañía y la que muestra los valores de la misma a pesar de los deslices del mismo Musk al escribir directamente a los usuarios de esta red social. Sin embargo, la constante interacción de Elon con

³¹⁵ Daniel Murias, "Tesla vende coches eléctricos sin que mucha gente se haya sentado antes en uno. Estas son las claves de su éxito", op. cit.

³¹⁶ *Ídem*

³¹⁷ *Ídem*

sus seguidores permite mostrar una cercanía en el marco digital con el producto que se busca adquirir, haciéndolos sentir parte de una comunidad, la comunidad de Tesla y la del resto de los proyectos que Musk tenga en mente.³¹⁸

Así como las ventajas mediáticas y de marketing que tiene Tesla, las ventajas respecto al control de las baterías llevó a la marca californiana a desarrollar su *GigaFactory* en Nevada, la cual le permite fabricar sus propias baterías Li-ion, en asociación con Panasonic, permitiéndole a Tesla no depender de un fabricante externo, aspecto que llevó a la europea Fisker al fracaso, tras el anuncio de bancarrota de su proveedor.³¹⁹

Dicha fábrica ya comienza a anunciar buenos avances ya que, en el año 2020, la marca estadounidense anunció una patente en nuevos métodos de fabricación de electrodos para baterías basada en níquel-cobalto-aluminio que aumenta la vida útil de sus baterías a la vez que disminuye costos y elimina la dependencia al litio, que es un alto contaminante, mientras se acercan a la meta propuesta de una batería con una vida estimada de más de un millón de kilómetros.³²⁰

Ya hacia el año de 2016 se posicionó como el más grande éxito de mercado para Tesla: el Model 3. La principal razón de las grandes ventas de este vehículo se debe a su precio, el cual ronda inicialmente en los 35 mil dólares, precio promedio para un automóvil en el mercado de EE. UU. y Europa. El primer día de anuncio de venta del Model 3, Tesla contó con un total de 100 mil reservas dentro de las primeras horas de la posibilidad de apartado en su sitio web.³²¹

Dicho nivel de éxito con el Model 3, el Model S y la Model X, permitió que en 2016 dentro del territorio estadounidense se superara la meta histórica de ventas en autos eléctricos, superando el 1% en el total de los vehículos matriculados, siendo más de 100 mil unidades eléctricas vendidas por primera

³¹⁸ *Ídem*

³¹⁹ *Ídem*

³²⁰ Victoria Fuentes, "Tesla patenta una nueva celda de batería de iones de litio para aumentar la vida útil y hacer caer los costos." en *Motorpasión* [en línea], 27 de abril de 2020, Dirección URL: <https://www.motorpasion.com/tesla/tesla-patenta-nueva-celda-bateria-iones-litio-para-aumentar-vida-util-hacer-caer-costos> [Consulta 5 de marzo de 2022].

³²¹ Daniel Murias, "Los alucinantes números del Tesla 3: 200.000 reservas y 200 millones de dólares en menos de 48 horas." en *Motorpasión* [en línea], 6 de abril de 2016, Dirección URL: <https://www.motorpasion.com/tesla/los-alucinantes-numeros-del-tesla-3-200-000-reservas-y-una-facturacion-prevista-de-7-000-millones-de-dolares-en-menos-de-48-horas> [Consulta 5 de marzo de 2022].

vez en la historia de Estados Unidos³²² de las cuales, el Modelo S y la Model X se convirtieron en los autos más vendidos, superando los 10 mil vehículos de la marca Tesla.³²³

Aunado a las anteriores estrategias, se debe destacar que las capacidades digitales de la marca más la calidad de sus productos, otorgan legitimidad a la imagen de Tesla; sin embargo, existe un valor simbólico que se le agrega al comprar un auto Tesla a pesar de sus elevados costos. Dicho valor simbólico se asocia a que el usuario del vehículo forma parte de una comunidad que asume la realización de una aportación para la mejora climática del planeta al limitar la contaminación y el cambio climático, aspecto que puede ser una realidad; sin embargo, dicho efecto depende del mix energético que les dé electricidad a las baterías de Tesla.³²⁴

El éxito de Tesla es indudable en muchos sentidos por la manera en que venden su producto y la marca; sus diseños arriesgados y futuristas, las estrategias de marketing digital que desarrollan constantemente; las capacidades de sus tecnologías y sus próximos alcances, son sólo factores que hacen que actualmente Tesla se haya convertido en la empresa automotriz más cotizada en Wall Street, superando a las ya centenarias Ford y General Motors que, aunque superan por mucho la cantidad numérica de ventas a nivel mundial de Tesla, aún buscan estrategias que sean capaces de acercarse al éxito que tiene la empresa californiana en el segmento eléctrico de la industria automotriz.³²⁵

Es de esta manera que, aunque la verdadera victoria o fracaso de Tesla solamente lo dirán los años venideros, ya se ha convertido en un factor relevante

³²² Jaime Ramos, "EEUU llega a los 100.000 coches eléctricos vendidos en 2016 superando por primera vez el 1% de cuota", en *Motorpasión* [en línea], 5 de octubre de 2016, Dirección URL: <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/eeuu-llega-a-los-100-000-coches-electricos-vendidos-en-2016-superando-por-primera-vez-el-1-de-cuota> [Consulta 5 de marzo de 2022].

³²³ Jaime Ramos, "2016 se ha despedido por todo lo alto para los eléctricos en Estados Unidos (especialmente para Tesla)", en *Motorpasión*, 9 de enero de 2017, Dirección URL: <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/2016-se-ha-despedido-por-todo-lo-alto-para-los-electricos-en-estados-unidos-especialmente-para-tesla> [Consulta 5 de marzo de 2021].

³²⁴ Daniel Murias, "Tesla vende coches eléctricos sin que mucha gente se haya sentado antes en uno. Estas son las claves de su éxito", op. cit.

³²⁵ Victoria Fuentes, "Tesla vale más que Ford, y más que General Motors: ya es la empresa automovilística más cotizada en Wall Street." en *Motorpasión*, 13 de abril de 2017, Dirección URL: <https://www.motorpasion.com/tesla/tesla-vale-mas-que-ford-y-mas-que-general-motors-ya-es-la-empresa-automovilistica-mas-cotizada-en-wall-street> [Consulta 5 de marzo de 2022].

en la manera en que el sector automotriz, el energético y el de la movilidad consideran cambiar a futuro; dejando a la empresa de Elon Musk como una de las grandes impulsoras de la revolución energética y que ha obligado a las grandes empresas estadounidenses y del mundo a repensar la manera en que venden y energizan sus vehículos.³²⁶

3.3 Cambio de juego: cambio y transición del modelo energético tradicional de las grandes empresas automotrices estadounidenses hacia un nuevo paradigma energético.

El mercado automotriz estadounidense es de vital importancia para cualquier marca que desea ser exitosa. Estados Unidos destaca como el segundo mercado mundial más grande del mundo, solamente detrás de China, con un total de 14 millones y medio de autos vendidos en el año 2020³²⁷, aspecto que lo diferencia de cualquier otro mercado pues, la fama mediática que puede otorgar este país puede llevar a proyecciones similares en distintas regiones del mundo como Europa y América Latina; por ello, si una marca desea expandir su mercado, el favoritismo o demanda estadounidense debe estar de su lado.

Llegar a territorio estadounidense no es tarea fácil aunque, por el lado extranjero sí hay casos de éxito como ha sido el caso de la nipona Toyota con sus modelos Camry y Prius, los cuales han sido altamente populares dentro de Estados Unidos; sin embargo, para encontrar dicha ventana de oportunidad, primero se deben vencer a los grandes históricos estadounidenses: *The Big Three*.

Las ventas dentro de Estados Unidos se encuentran lideradas constantemente por vehículos de las marcas pertenecientes al grupo de estos tres grandes de la industria automotriz: Ford; General Motors y Chrysler (hoy Fiat-Chrysler tras la alianza económica con la marca italiana). Estos grupos son conglomerados con gran poder debido a la cantidad de empresas más chicas que controlan. Comenzando por Ford, este grupo cuenta con la participación de Troller y de la subsidiaria de lujo Lincoln; posteriormente General Motors es la

³²⁶ Ramez Naam, *op. cit.*

³²⁷ Carlos Cristóbal, "Así fueron las ventas mundiales en 2020", en *Motor1.com* [en línea], 23 de febrero de 2021, Dirección URL: <https://ar.motor1.com/news/490587/asi-fueron-las-ventas-mundiales-en-2020/> [Consulta 7 de marzo de 2022].

empresa matriz dueña de Chevrolet, Buick, Cadillac y GMC; mientras que el grupo Fiat-Chrysler (FCA por sus siglas en inglés referentes a *Fiat-Chrysler Automobiles*) controla a su vez Jeep, Dodge en la división norteamericana, mientras por la europea controla a Alfa Romeo, Maserati y Lancia, como las más relevantes.³²⁸

El grupo de los Tres Grandes ha logrado consolidar su éxito por la calidad competente de sus vehículos así como por mantener e impulsar valores estadounidenses como la durabilidad, el poder, la dominación y la grandeza, reflejados principalmente en modelos de camionetas *Pick Up* y SUV's, que son los grandes éxitos de ventas dentro de todo el territorio estadounidense, incluso tras identificarse como grandes enemigos del ambiente por las altas concentraciones de contaminantes que generan sus grandes motores V8 por el gasto de combustibles fósiles que necesitan para mantenerse.

De esta manera, en EE. UU., los tres vehículos más vendidos en todo el país pertenecen a estas grandes compañías, uno por cada marca, de los cuales se resalta en primer lugar las *Pick Up* F-series de Ford con un total de ventas de 726 mil en todo Estados Unidos; en segundo lugar las *Pick Up* RAM de Dodge, perteneciente a FCA con un total de 569 mil ventas; y en tercer lugar, la Chevrolet Silverado, perteneciente a General Motors con 529 mil camionetas vendidas en el período de 2021.³²⁹

El posicionamiento histórico de estas tres compañías en suelo estadounidense es innegable no sólo por su número de ventas, sino por la aceptación y legitimidad que reciben año con año los nuevos modelos que deciden sacar en las marcas subsidiarias de las mismas; sin embargo, las presiones de diversos movimientos sociales pro ambientales, aunado a las nuevas políticas ambientales llevadas a cabo en Estados Unidos y en el resto del mundo, ha llevado a que dichas marcas necesiten diseñar nuevas formas para llevar a cabo las ventas de sus vehículos mientras se adhieren a los nuevos

³²⁸ MundoMotor, "Lista de Marcas de Coches Americanos", en *MundoMotor* [en línea], Dirección URL: <https://www.mundodelmotor.net/lista-de-marcas-de-coches-americanos/> [Consulta 7 de marzo de 2022]

³²⁹ Luis Hernández, "Los autos más vendidos en Estados Unidos" en *autocosmos* [en línea], 10 de enero de 2022, Dirección URL: <https://noticias.autocosmos.com.mx/2022/01/10/los-autos-mas-vendidos-en-estados-unidos-durante-2021> [Consulta 7 de marzo de 2022].

marcos sociales para satisfacer las demandas de los grupos antes mencionados, según el esquema de Alan Touraine.³³⁰

Estos procesos de adaptación han llevado a los tres grandes a establecer un rompimiento con el paradigma del uso de motores de combustión interna, apostando por una electrificación de sus sistemas para apoyar a la reducción de emisiones de carbono a nivel mundial, apeándose a las recomendaciones de los estudios del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) donde se expresa al uso de energías renovables junto a la electrificación como un elemento clave para lograr una transición energética satisfactoria para reducir las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía.³³¹

Si bien, dichas marcas reconocen los impactos medioambientales que tienen sus vehículos, probablemente sus cambios no se llevarían a cabo si no existiera una amenaza eléctrica latente en el mercado: Tesla. El éxito de la compañía de Elon Musk ha generado tal impacto en el mercado estadounidense que prácticamente obligó a que los tres grandes comenzaran a reformular nuevos esquemas para electrificar sus vehículos a pesar de que las Pick Up y las SUV 's sigan siendo los modelos más vendidos en Estados Unidos.³³²

Tesla se ha convertido en la marca incómoda dentro del panorama de EE. UU. pues la legitimidad de la marca ya la convirtió en la mejor cotizada del mundo, logrando romper el récord establecido por Ford en 1999³³³, a pesar de contar con menos de dos décadas de existencia pues la empresa californiana define la ruptura en una sociedad industrial apoyada al mismo tiempo por movimientos sociales y las innovaciones tecnológicas.³³⁴

Si bien Tesla está sumamente alejado de conseguir un número de ventas comparado a los gigantes americanos, ya logró crear la presión suficiente para que tanto Ford como General Motors decidan modificar sus planes a futuro, con

³³⁰ Michael Callon, "Society in the Making: The study of technology as a tool for sociological analysis", *The social construction of technological systems*, The MIT Press, Inglaterra, 1989, p. 88-89.

³³¹ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), *Informe sobre la disparidad en las emisiones de 2019* [en línea], Nairobi, 2019, 16 pp., Dirección URL: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30798/EGR19ESSP.pdf?sequence=17>, [Consulta 7 de marzo de 2022]

³³² Victoria Fuentes, "General Motors y Ford arrinconan a los coches eléctricos: destinarán solo un 5% de su producción, según Reuters", en *Motorpasión* [en línea], 27 de marzo de 2020, Dirección URL: <https://www.motorpasion.com/industria/general-motors-ford-arrinconan-a-coches-electricos-destinaran-solo-5-su-produccion-reuters> [Consulta 7 de marzo de 2022].

³³³ *Ídem*

³³⁴ Michael Callon, *op. cit.*

una flota nueva de autos completamente eléctricos mientras mantienen las ventas de sus respectivas SUV's y Pick Up, según lo dicho por Reuters.

Se espera que para el año de 2026, estas dos grandes compañías tengan en venta cinco millones de camionetas y un aproximado de 320 mil autos eléctricos, porcentaje que representa el 5% de la producción total de autos entre las dos que es, básicamente, lo vendido por Tesla durante el año de 2019.³³⁵

Tanto Ford como GM se han percatado de la fragilidad de las apuestas a futuro por las gasolinas, principalmente por la fluctuación del precio en los últimos años, consecuencia de conflictos entre los exportadores de este recurso como las afectaciones derivadas de la pandemia causada por el virus SARS-CoV 2, aspecto que hace a las energías renovables más atractivas para los inversionistas y sobre todo, más competitivas.³³⁶

Otro aspecto que toma en cuenta es que en Estados Unidos, las ventas de autos eléctricos que no son Tesla, son muy bajas; por ello, estas marcas han creado planes y estrategias para aumentar las ventas de estos autos, comenzando por General Motors quien ha prometido subir sus ventas de manera rápida, flexible y rentable a través de su nuevo paquete de baterías con nombre Ultium y con una plataforma de nueva generación que les permitirá ensamblar autos de distintos segmentos, pasando por el lujo hasta autos urbanos, con un total de 19 nuevos modelos tras la inversión inicial de 20 mil millones de dólares según informa la portavoz de la marca, Mary Barra.³³⁷

Este fabricante espera que sus baterías bajas en cobalto les permitan encontrar rangos de autonomía superiores a los 600 km., con potencias que oscilan entre los 50 y 200 kWh y una aceleración de 0 a 100 km/h en menos de tres segundos; sin embargo, la disminución del uso de cobalto espera que les brinde oportunidad de bajar el umbral de los 100 dólares por kWh aproximadamente en el año de 2024.³³⁸

³³⁵ Victoria Fuentes, *op. cit.*

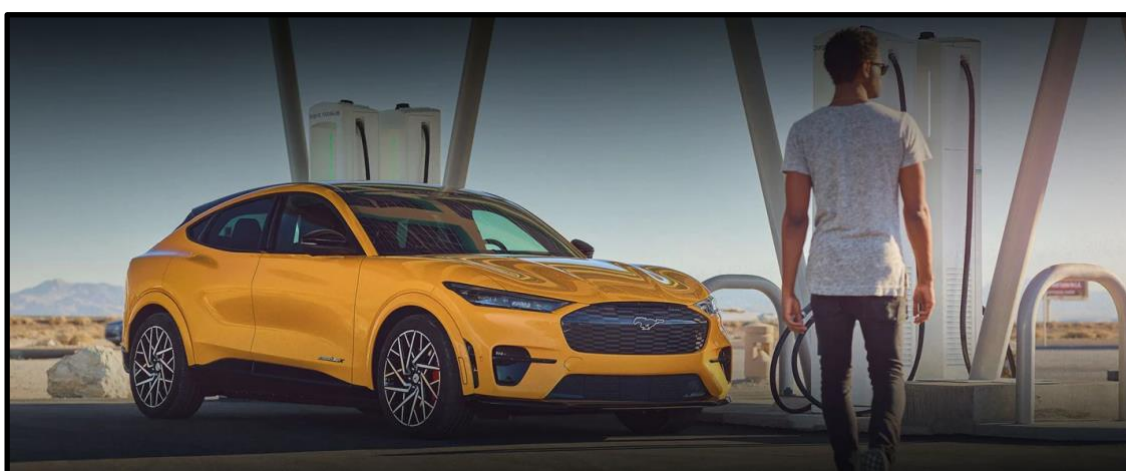
³³⁶ *Ídem*

³³⁷ Victoria Fuentes, "General Motors presenta sus nuevas baterías para coches eléctricos: menos cobalto, más baratas y con autonomías de hasta 643 km." en *Motorpasión* [en línea], 5 de marzo de 2020, Dirección URL: <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/general-motors-prese-nta-sus-nuevas-baterias-para-coches-electricos-cobalto-baratas-autonomias-643-km> [Consulta 7 de marzo de 2022].

³³⁸ *Ídem*

Por su parte, Ford también cuenta con planes referentes a la electrificación de su marca en las cuales ya contempla la electrificación de 14 modelos a corto plazo y la electrificación de toda su flota hacia 2026, liderada por su modelo insignia el Mustang Mach-E; no obstante, sus planes se extienden incluso sobre su éxito actual más grande, la Ford F-150, la cual se buscará electrificar tras una inyección de capital pensada hacia 2022 con un total de 12 mil millones de dólares.³³⁹

Figura 10.
Mustang Mach-E de Ford



*Fuente: Ford, “Ford Mustang Mach-E” en *Ford* [en línea], Dirección URL: <https://es.ford.com/suvs/mach-e/>

De los tres grandes, existe un caso particular con la italo-estadounidense Fiat-Chrysler, debido a que no ha anunciado un plan de electrificación tan radical como en General Motors y Ford; sin embargo, por las ventas que mantiene a su vez en el territorio europeo, ha tenido que hacerse de una estrategia puntual que les permita realizar ventas cumpliendo la media de emisiones de CO₂ acordada por la Unión Europea para 2021, la cual indica que por cada fabricante no podrá ser superior a 95 g/km de CO₂.³⁴⁰

³³⁹ David Galán, “Todos los futuros Ford estarán electrificados: la marca ya ofrecerá este año 14 modelos, entre coches eléctricos e híbridos”, en *Motorpasión* [en línea], 25 de febrero de 2020, Dirección URL: <https://www.motorpasion.com/ford/todos-futuros-ford-estaran-electrificados-marca-ofrecera-este-ano-14-modelos-distintos> [Consulta 7 de marzo de 2022].

³⁴⁰ Daniel Murias, “FCA pagará para contabilizar como suyos coches eléctricos de Tesla y reducir así su media de emisiones” en *Motorpasión* [en línea], 8 de abril de 2019, Dirección URL: <https://www.motorpasion.com/industria/fca-pagara-para-contabilizar-como-suyos-coches-electricos-tesla-reducir-asi-su-media-emisiones> [Consulta 7 de marzo de 2022].

FCA apenas comienza a establecer su planificación a futuro respecto a la electrificación o hibridación de ciertos modelos, comenzando por un par de Fiat, Jeep y Alfa Romeo a finales de 2020, así como la electrificación de Maserati, marca italiana de lujo de este grupo; sin embargo, las ventas de estos modelos no representarían ganancias suficientes para mantener la transición del grupo completo. En cambio este conglomerado, para bajar la media de emisiones de CO₂ a corto plazo, apuesta por motores bifuel gasolina/GNC como gasolina/GLP. El funcionar con gas licuado de petróleo o gas natural comprimido permite rebajar las emisiones de CO₂, cerca de un 25 % con respecto a un coche gasolina.³⁴¹

Dado lo anterior, FCA ha llegado a un acuerdo con el fabricante de eléctricos Tesla para que los coches del fabricante californiano vendidos en territorio europeo se contabilicen como ventas de Fiat-Chrysler, de esta manera los italo-estadounidenses evitarían la gran multa que representa no cumplir con los estándares europeos.³⁴²

Aunque no se sabe el número exacto de la cantidad de dinero a pagar por parte de FCA a Tesla por este proceso, se sabe que no es la primera vez que la marca comandada por Elon Musk realiza ventas de supercréditos, nombre que reciben estos permisos de venta; de hecho, en Estados Unidos, Tesla ganó cerca de mil millones de dólares en supercréditos de acuerdo con el reporte anual de la Comisión de Intercambio de Valores estadounidense.³⁴³

Este tipo de regulaciones les permite a los fabricantes de automóviles de cero emisiones, como lo son los eléctricos, ganar créditos y vender sus excedentes a otras manufactureras³⁴⁴, lo que representa un juego ganar-ganar para estas empresas pues además de sus ventas regulares, obtienen ganancias por las ventas de dichos créditos mientras la imagen de la empresa se afianza y expande en diversos territorios; de ahí la importancia de que FCA le ceda esta

³⁴¹ *Ídem*

³⁴² *Ídem*

³⁴³ Reuters Staff, "Fiat Chrysler to pay Tesla hundreds of millions of euros to pool fleet" en *Reuters* [en línea], 6 de abril de 2019, Dirección URL: https://www.reuters.com/article/us-fiat-chrysler-tesla-eu/fiat-chrysler-to-pay-tesla-hundreds-of-millions-of-euros-to-pool-fleet-idUSKCN1RJ03I?_twitter_impression=true&utm_source=reddit.com [Consulta 7 de marzo de 2022].

³⁴⁴ *Ídem*

oportunidad de expansión a Tesla, empresa que amenaza sus ventas tras las nuevas regulaciones en Estados Unidos y principalmente en Europa.

Así se desenmascara la realidad de las grandes manufactureras respecto al cambio violento dentro de sus políticas de producción pues, a pesar de las intenciones de mejora en el ambiente, el peso de la transición en sus respectivos modelos energéticos recae en la obligación, creada por fabricantes de cero emisiones como Tesla, de evitar pérdidas en un nicho de mercado aún no explotado del todo; sin embargo, su atraso en la recolección de información respecto al nuevo paradigma tecnoeconómico de movilidad hace relevante la necesidad de inversiones millonarias para así competir directamente con aquellos fabricantes que llevan más de una década en la investigación y desarrollo de este nuevo modelo de movilidad y energía.

El cambio en este sentido, especialmente para estas marcas tradicionales, debe ser gradual; un movimiento disruptivo podría llevar a dichas marcas a pérdidas millonarias irreconciliables; por ello, la importancia de mantener ventas de sus modelos tradicionales mientras se obtiene y se crean alianzas estratégicas que permitan desarrollar innovaciones que les permitan competir en este mercado, el cual, por las condiciones y características de las preferencias en Estados Unidos, no se convierte en tarea fácil, haciendo necesario comprender el hilo rector de este movimiento ambiental, energético y de movilidad en aras de una nueva política impulsado por el actual presidente de Estados Unidos.

3.4 Nuevos aires: Green New Deal de Biden y su impulso dentro de Estados Unidos.

La situación de las empresas automotrices dentro del territorio estadounidense son una ilustración del empuje que pueden llegar a tener dentro de ese país; es decir, los avances en esta materia reflejan el desarrollo que se busca en distintos niveles, incluido el político. En China, por mencionar un ejemplo, tras el anuncio de una política agresiva de cambio hacia vehículos de “nueva energía”, se

mantiene el registro de aproximadamente 486 *startups* y ventas que superan el millón de autos eléctricos vendidos.³⁴⁵

Como se observó en el apartado anterior, aunque existen esfuerzos por aumentar las ventas de modelos eléctricos, la realidad indica que aún es un proceso lento y de bajo alcance, haciendo completamente necesario un impulso político y económico que venga del Estado, en este caso, del gobierno de Estados Unidos para mejorar su posicionamiento en esta materia y que le permita competir directamente con China, a la vez que asegura cualquier amenaza energética que atente contra su seguridad nacional.

En gobiernos anteriores dentro de Estados Unidos existieron políticas medioambientales enfocadas al desarrollo de vehículos eléctricos; por ejemplo, en el año 2012, el entonces Presidente Barack Obama, lanzó la iniciativa “*EV Everywhere Grand Challenge*” (Gran Desafío de Vehículos Eléctricos, en español) la cual, a través del Departamento de Energía, buscaba atraer científicos, ingenieros y empresarios para impulsar vehículos eléctricos enchufables más económicos que los de combustión interna para el año de 2022³⁴⁶, el cual no llegó muy lejos; sin embargo, es hasta la actual presidencia del demócrata Joseph Biden que el gobierno estadounidense busca implementar medidas más drásticas para alcanzar la neutralidad de carbono.

Biden, junto a la Vicepresidenta Kamala Harris, llegaron al poder con una serie de apuestas hacia políticas medioambientales más agresivas que su antecesor, Donald Trump; pues, apenas en el primer día en el cargo, Biden comenzó el proceso de reincorporación al Acuerdo de París recordando que el cambio climático debe considerarse como un elemento esencial de la política exterior y la seguridad nacional de Estados Unidos, siendo éste un pilar central para la política exterior e interior del gobierno de Biden.³⁴⁷

Fue así como Biden, junto a Harris, optaron por utilizar la propuesta de la congresista demócrata Alexandria Ocasio-Cortez denominada como “Green

³⁴⁵ Adele Peters, “A quick shift to electric vehicles could drive the Green New Deal forward”, en *Fast Company* [en línea], 25 de junio de 2019, Dirección URL: <https://www.fastcompany.com/90364228/a-quick-shift-to-electric-vehicles-could-drive-the-green-new-deal-forward> [Consulta 10 de marzo de 2022].

³⁴⁶ Rebecca Matulka, *op. cit.*

³⁴⁷ Somini Sengupta, “El plan climático de Biden es un ambicioso intento por cambiar el papel de EE. UU. en el mundo” en *The New York Times* [en línea], 1 de febrero de 2021, Dirección URL: <https://www.nytimes.com/es/2021/02/01/espanol/biden-kerry-cambio-climatico.html> [Consulta 10 de marzo de 2022].

New Deal” (Nuevo Acuerdo Verde, en español). La propuesta nació en 2019 con un plan sumamente ambicioso pues pretende cambiar la economía estadounidense de manera radical a través de una serie de medidas que impulsan el cuidado del medio ambiente a la vez que intenta combatir la desigualdad económica, haciendo referencia al *New Deal* del presidente Roosevelt usado para salir de la Gran Depresión durante la década de 1930, agregando el factor del cuidado del ambiente que se representa con el color verde.³⁴⁸

A grandes rasgos, el *Green New Deal* pretende descarbonizar la economía estadounidense hasta llegar a la emisión cero de carbono, apostando por energías renovables y el uso de métodos de transporte limpios, incluyendo aviones y barcos, que se encuentran más atrasados que los automóviles; asimismo, el plan contempla adaptar la industria y a la agricultura a este nuevo modelo, mientras se construyen nuevos métodos y estándares de consumo; es decir, se adaptan a un nuevo paradigma social de movilidad, de energía y consumo a través de inversiones directas en infraestructura y tecnologías, a la vez que impulsa el trabajo, la vivienda, la salud digna, la educación, entre otros temas que buscan transformar el sistema económico y de vida de las y los estadounidenses.³⁴⁹

La idea recae en que el sector público debe impulsar las inversiones necesarias para transformar el modelo económico hacia un crecimiento más sostenible con un liderazgo financiero y tecnológico, aspecto que recae en millonarias inyecciones de capital que pueden resultar en una industria de alta tecnología, nuevos productos y servicios que llegan al mercado, al tiempo que se generan nuevos “empleos verdes”, tal y como sucedió con la carrera espacial a mediados del Siglo XX.³⁵⁰

El *Green New Deal* ha permitido sentar las bases de una solución a corto y mediano plazo de la problemática alza de precios del combustible dentro de EE. UU., fungiendo como una estrategia lógica en un marco de incertidumbre

³⁴⁸ El Orden Mundial, “¿Qué es el *Green New Deal*?” en *El Orden Mundial* [en línea], 7 de mayo de 2019, Dirección URL: <https://elordenmundial.com/que-es-el-green-new-deal/> [Consulta 10 de marzo de 2022].

³⁴⁹ *Ídem*

³⁵⁰ José Moisés Martín Carretero, “El *Green New Deal* y las políticas del futuro” en *El País* [en línea], 14 de mayo de 2019, Dirección URL: https://elpais.com/elpais/2019/04/22/opinion/1555924343_085283.html [Consulta 10 de marzo de 2022].

internacional derivado de las crisis políticas entre productores y exportadores de petróleo, así como de las consecuencias derivadas de la pandemia por Covid-19.³⁵¹

Es así que durante el tiempo que ha durado el mandato Biden-Harris, se impulsa el mensaje en el que las fuentes renovables de energía y los automóviles eléctricos son la respuesta a las problemáticas energéticas que tiene el país, pues se destaca que el gasto en programas de implementación de centros de carga, así como el transporte limpio puede generar generosos ahorros a los estadounidenses, al mismo tiempo que se impulsan rutas de suministro donde los vehículos de carga también se hacen de cero emisiones.³⁵²

Como parte del plan verde, Biden y Harris lanzaron el Plan de Acción de Carga de Vehículos Eléctricos en 2021, el cual es una medida política bipartidaria que impulsa la inversión en infraestructura para vehículos eléctricos. En este plan, se especifica que el presidente Biden, en conjunto con las empresas y trabajadores de la industria automotriz, llegaron al acuerdo de establecer ventas de vehículos eléctricos de hasta un 50% del total de vehículos vendidos para el año de 2030; al tiempo que se realiza una serie de inversiones en infraestructura que permitan fortalecer las cadenas domésticas de suministro para que se fabriquen carros eléctricos más baratos para la clase trabajadora de EE. UU.³⁵³

En este plan de acción se asegura que el futuro del transporte es eléctrico debido a que el auto eléctrico es más limpio, equitativo, más barato y representa una oportunidad económica para mejorar el pago a los trabajadores que representen parte de la cadena de valor a la vez que la industria automotriz continúa con inversiones en manufactura y baterías para los modelos eléctricos.³⁵⁴

El aspecto más relevante de esta acta recae en las sustanciosas inversiones en infraestructura de carga que asegure a líderes de la industria,

³⁵¹ David Blackmon, "As gas prices soar, White House doubles down on Green New Deal" en *Forbes* [en línea], 8 de marzo de 2022, Dirección URL: <https://www.forbes.com/sites/davidblackmon/2022/03/08/as-gas-prices-soar-white-house-doublesdown-on-green-new-deal/?sh=114860ed1cdd> [Consulta 10 de marzo de 2022]

³⁵² *Ídem*

³⁵³ The White House, "FACT SHEET: The Biden-Harris Electric Vehicle Charging Action Plan" en *WH.GOV* [en línea], 13 de diciembre de 2021, Dirección URL: <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/12/13/fact-sheet-the-biden-harris-electric-vehicle-charging-action-plan/> [Consulta 10 de marzo de 2022]

³⁵⁴ *Ídem*

manufactureras, trabajadores de la industria y otros interesados, proveer la suficiente carga para todos, con un énfasis inicial en construir un servicio público de redes de carga que sean convenientes y confiables para cerrar brechas tecnológicas en espacios rurales, lejanos o con desventajas económicas.³⁵⁵

Otro componente relevante de la estrategia Biden-Harris se dirige al incremento de la manufactura doméstica de baterías para automóviles eléctricos y sus componentes de manera responsable con el ambiente. De esta manera se crearon una serie de recomendaciones que establecen el uso responsable de materiales necesarios para la industria tales como el cobalto, el níquel y el litio, siendo este último uno de los más relevantes y para el cual se creó una comisión que analiza el desarrollo de este preciado mineral a nivel local.³⁵⁶

Cabe destacar que Biden también planea conseguir los materiales para la fabricación de baterías y automóviles de manera externa, representando un golpe a la minería estadounidense. La agencia Reuters explica que dicha medida se realizará para que el suministro de la mayor parte de los metales necesarios para la cadena de valor de estos autos se haga en el extranjero mientras el procesamiento de los mismos se realice dentro del país como una estrategia para reducir la dependencia a China, líder de la industria eléctrica, al mismo tiempo que logre complacer a grupos medioambientales y de trabajadores que quedaron desempleados por la pandemia.³⁵⁷

La idea de Biden indica que en vez de centrarse en la autorización de minas estadounidenses para la extracción de materiales importantes para la electrificación de procesos, se enfoque más en puestos de trabajo que procesen dichos minerales para convertirlos en piezas de baterías para los autos, siendo ésta una manera de elevar el pago en la mano de obra, relegando la contaminación medioambiental que representa la minería a los exportadores de los metales.³⁵⁸

³⁵⁵ *ídem*

³⁵⁶ *ídem*

³⁵⁷ S/A, “¿El fin de la gasolina? Biden alista plan para autos eléctricos”, en *Excélsior* [en línea], 25 de mayo de 2021, Dirección URL: <https://www.excelsior.com.mx/global/el-fin-de-la-gasolina-biden-alista-plan-para-autos-electricos/1450881?fbclid=IwAR066SH5AcT5wRNmbBpYZu4gK01iZq6rE1XMhknWGWdz--onhENprkSUzd8> [Consulta 10 de marzo de 2021].

³⁵⁸ *ídem*

El Departamento de Comercio de Estados Unidos planea atraer la fabricación de modelos eléctricos en el país, con un presupuesto de aproximadamente 174 mil millones de dólares para impulsar el mercado nacional de vehículos eléctricos con créditos fiscales y subvenciones para los fabricantes de baterías, entre otros incentivos.³⁵⁹

La estrategia busca asegurar que las aspiraciones de este gobierno no se vean amenazados por el bloqueo de las minas nacionales por parte de grupos locales o ecologistas; por ello, la cadena de suministro no requiere que EE. UU. sea el principal proveedor de las materias primas, sino que prefiere competir por los puestos de mayor valor agregado en este sector.³⁶⁰

Por el momento ya existen signos prometedores de que esta estrategia será funcional para la industria que se busca impulsar, uno de ellos es a través del litio, material crítico del cual EE. UU. cuenta con poco suministro doméstico; para ello, la administración de Biden ha fundado dos docenas de equipos para expandir las fuentes de extracción de litio en una base de Nevada.³⁶¹

De la misma manera, marcas automotrices están firmando contratos que les permite aprovechar el suministro interno, incluyendo a Ford que obtiene litio reciclado de la compañía Redwood Materials; GM obtiene litio de salmueras geotérmicas en el Mar de Salton con la empresa *Controlled Thermal Resources*; mientras que Tesla obtiene este recurso de un proyecto de Piedmont en Carolina del Norte.³⁶²

La inversión propuesta por la administración de Biden promete acelerar y amplificar todo este progreso pues cuenta con un fondo de siete mil millones de dólares para acelerar innovaciones e instalaciones alrededor de la cadena de suministro de la manufactura de las baterías, incluyendo componentes y espacios de reciclaje y reúso de las mismas, aspecto que considera una inversión de 750 millones de dólares para la creación del Gran Programa de Reciclaje y Manufactura de Energía Avanzada, para equipar, expandir o establecer instalaciones que faciliten la industrialización de industrias que permitan reducir las emisiones de carbono.³⁶³

³⁵⁹ *Ídem*

³⁶⁰ *Ídem*

³⁶¹ The White House, *op. cit.*

³⁶² *Ídem*

³⁶³ *Ídem*

La atención de esta administración hacia la electrificación de la industria automotriz es inaudita dentro de Estados Unidos. Existe consenso en una buena parte de la sociedad que permite la llegada de este tipo de políticas, las cuales ya se hacen visibles según lo expresado por el Presidente Joe Biden a través de su Twitter donde mencionó que Ford ha invertido cerca de 11 mil millones de dólares para hacer vehículos eléctricos, creando aproximadamente 11 mil trabajos en todo el país; mientras que por su parte, GM ha hecho la inversión más alta de su historia, con un total de 7 mil millones de dólares y creando 4 mil trabajos en Michigan.³⁶⁴

Figura 11.

Tweet de Joe Biden y respuesta de Elon Musk



Fuente: Joe Biden [@JoeBiden]. (1 de marzo de 2022). *Ford is investing \$11B to build electric vehicles*. [Tweet]. Twitter. <https://twitter.com/joebiden/status/1498848735798960130?s=21>

Ante dicho Tweet, Elon Musk, personaje anteriormente nombrado por su cercanía con sus seguidores en dicha red social, respondió directamente a la cuenta del presidente, mencionando que Tesla ha creado ya más de 50 mil

³⁶⁴ Joe Biden [@JoeBiden]. (1 de marzo de 2022). *Ford is investing \$11B to build electric vehicles*. [Tweet]. Twitter. <https://twitter.com/joebiden/status/1498848735798960130?s=21>

empleos haciendo autos eléctricos con una inversión que duplica la de ambas marcas (Ford y GM) juntas.³⁶⁵

El plan de Biden recién comienza y apenas muestra parcialmente avances; no obstante, no se debe olvidar que la mayor parte de las inversiones de esta estrategia de acción y de su *Green New Deal* se enfocan directamente en la instalación, expansión y actualización de infraestructura de carga para las baterías de estos automóviles, generando espacios que faciliten e interconecten las carreteras estadounidenses, haciendo necesario realizar una revisión particular respecto al avance existente y lo que se planea en esta materia.

3.5 Nueva infraestructura para la movilidad sostenible en Estados Unidos.

Mientras las ventas de automóviles eléctricos avanzan globalmente, el panorama estadounidense se convierte en uno de los que mayor proyección tiene hacia los siguientes 10 a 15 años. El impulso que mantiene la administración de Joe Biden hacia la descarbonización del país ya tiene consecuencias dentro de sus estados, poniendo a California como el bastión más relevante en esta materia pues ya han fijado una meta de cero emisiones de carbono hacia el año de 2035, mientras otros estados comienzan a realizar esbozos similares.³⁶⁶

Este tipo de desarrollos llevan a preguntarse acerca de cuánta infraestructura será necesaria para soportar el impulso y las ventas que puedan llegar a tener los automóviles eléctricos, quienes avanzan exponencialmente en el número de sus ventas, haciendo necesaria la inversión en materia de instalación de fuentes de carga que alimenten las baterías de estos autos; por ello, fuentes especializadas como el ICCT (*The International Council on Clean Transportation*) hacen énfasis en la expansión de los cargadores pues en años anteriores, la limitada infraestructura de carga se concibió como una de las barreras principales en el desarrollo y posterior éxito de los vehículos eléctricos.³⁶⁷

³⁶⁵ Elon Musk [@elonmusk]. (1 de marzo de 2022). *Tesla has created over 50,000 US jobs*. [Tweet]. Twitter. <https://twitter.com/elonmusk/status/1498858611241635843?s=21>

³⁶⁶ Gordon Bauer; Chih-Wei Hsu; Mike Nicholas y Nic Lutsey, *Charging Up America: Assessing the Growing Need for U.S. Charging Infrastructure Through 2030*, The International Council on Clean Transportation, EE. UU., 2021, p. 1.

³⁶⁷ *Ídem*

Incluso, según menciona el mismo ICCT, la infraestructura de carga y su desarrollo, con la correspondiente inversión pública se encuentran directamente relacionadas con el incremento de ventas de autos 100% eléctricos, siendo factores fundamentales para la aceptación y legitimidad pública aunados a otros relacionados con las condiciones sociales, culturales, geográficas, etc. de las ventas y la infraestructura.³⁶⁸

Como se mencionó en el apartado anterior, el Presidente Biden y la Vicepresidenta Harris, han puesto en marcha un plan que decanta principalmente en la implementación de infraestructura de carga capaz de interconectar las diferentes comunidades a lo largo del país a través de la inversión más grande en la historia de EE. UU. respecto al uso del automóvil eléctrico para así instalar 500 mil cargadores eléctricos en las carreteras estadounidenses en los próximos cinco años, remarcando lo establecido en su *Green New Deal* para así potenciar la compra de autos eléctricos, crear empleo, bajar los precios de la gasolina y combatir la crisis climática.³⁶⁹

Según datos oficiales, Estados Unidos cuenta aproximadamente con unos 100 mil puntos de carga en sus carreteras, buscando que se encuentre al menos un puesto de carga cada 50 millas (80.5 km.). Para ello, la inversión gubernamental incluye apoyos de hasta 5 mil millones de dólares para estados que ya cuenten con un plan que ayude a construir una red nacional de carga y tengan listo cómo fundamentar dichos gastos.³⁷⁰

El plan cuenta con otra serie de inversiones que prevén 2.5 mil millones de dólares para un programa que impulse la innovación y asegure la expansión de las prioridades de instalación de cargadores por parte de la presente administración al tiempo que promueven la mejora de la calidad del aire local y el incremento de puntos de acceso a comunidades rurales.³⁷¹

En el mismo sentido, el plan contempla 550 mil millones de dólares en nuevas inversiones en infraestructura en los próximos cinco años, además de 65

³⁶⁸ *Ídem*

³⁶⁹ The White House, *op. cit.*

³⁷⁰ EFE, "Arranca el plan de Biden para instalar 500.000 cargadores de autos eléctricos" en *Agencia EFE* [en línea], 10 de febrero de 2022, Dirección URL: <https://www.efe.com/efe/usa/economia/arranca-el-plan-de-biden-para-instalar-500-000-cargadores-autos-electricos/50000106-4737535> [Consulta 10 de marzo de 2022].

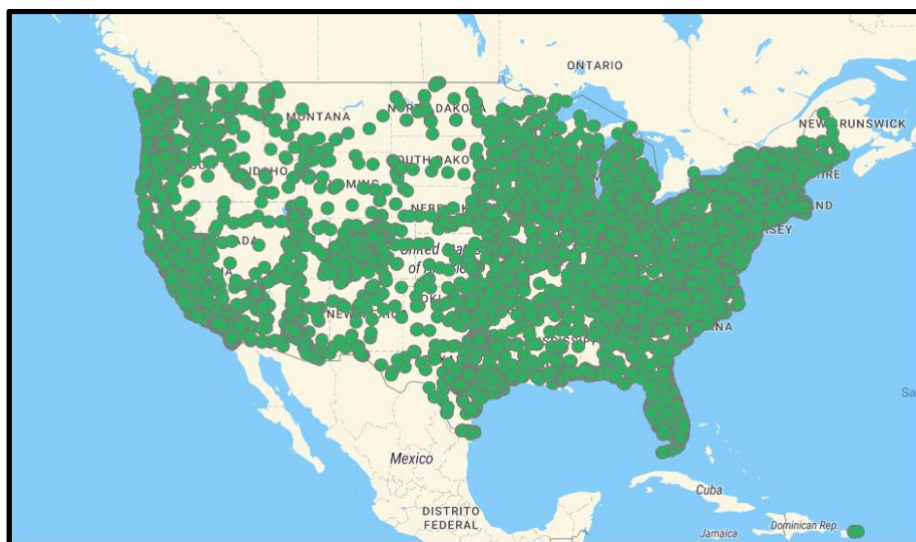
³⁷¹ The White House, *op. cit.*

mil millones de dólares para mejorar la banda ancha y 7.5 mil millones de dólares para crear la red de estaciones de carga de coches eléctricos a través de los múltiples corredores existentes en las carreteras estadounidenses.³⁷²

El plan de igual manera anunció acciones directas en la implementación de una oficina conjunta que asegure a las múltiples agencias y partes interesadas en el proceso de implementación de infraestructura trabajar en la misma sintonía a la vez que facilita implementar planes coordinados; asimismo, la administración de Biden llamó a grupos interesados a mantener juntas para establecer medidas de trabajo que mantengan los intereses de equidad, creación de trabajo, cuidado medioambiental y manufactura de productos relacionados a cargadores para autos eléctricos.³⁷³

Todos estos planes se suman a la actual infraestructura existente dentro de Estados Unidos la cual en su totalidad contabiliza cerca de 46 mil estaciones de carga con unos 115 mil puertos eléctricos para automóviles eléctricos, según las estimaciones del Departamento de Energía estadounidense.³⁷⁴

Figura 12.
Estaciones de carga en territorio estadounidense



Fuente: U.S. Department of Energy, *Electric Vehicle Charging Station Locations*, Dirección URL: https://afdc.energy.gov/fuels/electricity_locations.html#/analyze?country=US&fuel=ELEC&ev_levels=all&show_map=true

³⁷² EFE, *op. cit.*

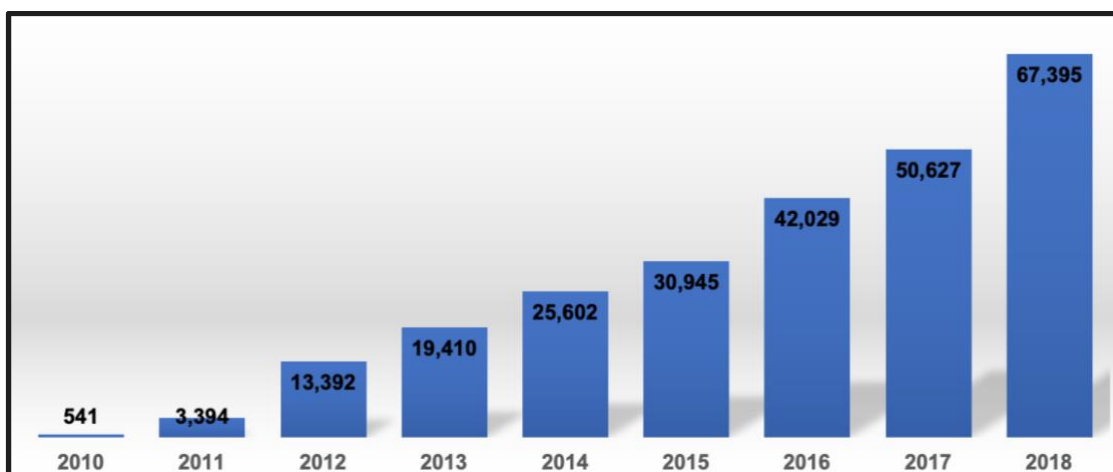
³⁷³ The White House, *op. cit.*

³⁷⁴ U.S. Department of Energy, *Electric Vehicle Charging Station Locations*, Dirección URL: https://afdc.energy.gov/fuels/electricity_locations.html#/analyze?country=US&fuel=ELEC&ev_levels=all&show_map=true [Consulta 10 de marzo de 2022].

Además de la infraestructura señalada, resulta importante resaltar que las 46 mil estaciones no representan la totalidad de los centros de carga disponibles en todo el país pues existe una mayoría abrumadora de existencia de cargadores privados; es decir, cargadores en casa. No existe una cifra real y acertada que contabilice el grueso de todos los cargadores caseros; sin embargo, existen aproximaciones que indican que cerca de dos tercios de los dueños de autos eléctricos cuentan con un cargador en casa, generando un aproximado de 80% del total de los cargadores en todo el territorio estadounidense.³⁷⁵

Asumiendo lo anterior, la investigación sólo toma en cuenta los cargadores públicos dentro de Estados Unidos, los cuales, al igual que los automóviles eléctricos, han tenido un crecimiento exponencial, con un ritmo de hasta 53% en el periodo que comprende 2011 a 2018, tomando en cuenta que para el año 2010 únicamente existían 541 cargadores; de ahí la importancia del plan en la administración Biden, pues se planea crecer hasta un 500% en un periodo de cinco años posterior al año 2021.³⁷⁶

Gráfico 5.
Crecimiento de cargadores en Estados Unidos (2010-2018)



*Fuente: Elaboración propia con información de Anders Hove y David Sandalow, *Electric Vehicle Charging in China and the United States*, Center on Global Energy Policy, Columbia, Febrero 2019, EE. UU., p. 20.

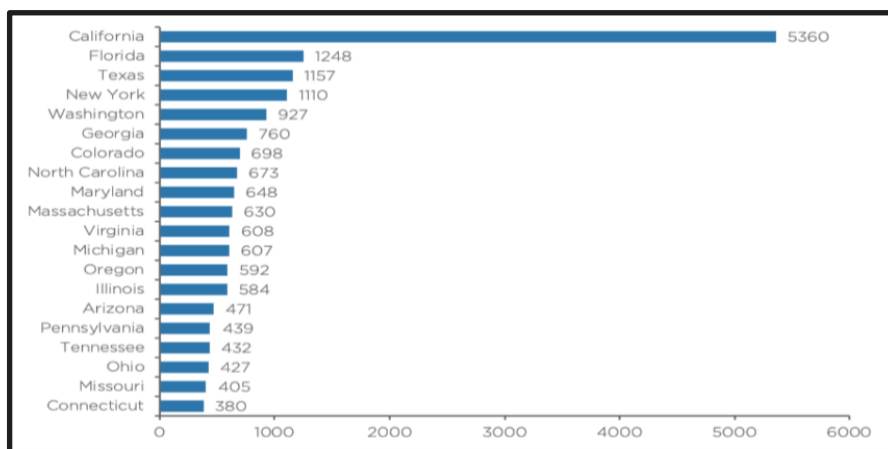
³⁷⁵ Anders Hove y David Sandalow, *Electric Vehicle Charging in China and the United States*, Center on Global Energy Policy, Columbia, Febrero 2019, EE. UU., p. 19.

³⁷⁶ *Ibidem*, p. 20.

La instalación de infraestructura en EE. UU. ha sido desigual durante todo este tiempo; sin embargo, responde lógicamente a las ventas de autos eléctricos en cada uno de los estados del país. En este sentido, California resalta como el estado que más ventas de autos eléctricos tiene; por ello, no es de extrañar que sea el estado que cuente con más cargadores públicos, seguido por Florida, Texas y Nueva York pero con números mucho más bajos, como se resalta en el gráfico 6.

Gráfico 6.

Número de cargadores públicos por estado



Fuente: Anders Hove y David Sandalow, *Electric Vehicle Charging in China and the United States*, Center on Global Energy Policy, Columbia, Febrero 2019, EE. UU., p. 31.

La instalación de infraestructura eléctrica para autos en la Costa Oeste, donde se encuentra California, comenzó desde el año 2011, mientras que en la Costa Este, comenzó un año después; no obstante, el éxito de los autos eléctricos es superior en el Este desde la existencia de tecnología eléctrica, aspecto que puede relacionarse con la creación de la marca Tesla, con sede en Palo Alto, California.

La desigualdad en la distribución de cargadores ha llevado a que el gobierno estadounidense se enfoque directamente a las necesidades de cada uno de los estados, calculando aproximadamente la cantidad de cargadores disponibles en cada estado por cada 100 vehículos eléctricos; demostrando que a pesar de que California es el que más cargadores tiene, es el que menos disponibilidad tiene respecto a los automóviles eléctricos en las calles con un aproximado de 4.4 cargadores por cada 100 vehículos; mientras existen estados

como Wyoming que cuenta con 28.8 cargadores disponibles por cada 100 autos.³⁷⁷

Tabla 5.
Estados con la tasa más baja de cargadores por cada 100 automóviles en 2020

Estado	Disponibilidad de cargadores por cada 100 vehículos
Nueva Jersey	3.2
Arizona	4.2
California	4.4
Washington (estado)	5.0
Hawái	5.1

Fuente: Elaboración propia con información de Abby Brown, Johanna Levene, Alexis Schayowitz y Emily Klotz, *Electric Vehicle Charging Infrastructure trends from the Alternative Fueling Station Locator: Second Quarter 2021*, National Renewable Energy Laboratory [en línea], Dirección URL: https://afdc.energy.gov/files/u/publication/electric_vehicle_charging_infrastructure_trends_second_quarter_2021.pdf, p. 15.

Tabla 6.
Estados con la tasa más alta de cargadores por cada 100 automóviles en 2020

Estado	Disponibilidad de cargadores por cada 100 vehículos
Wyoming	28.8
Dakota del Norte	19.8
Mississippi	18.9
Virginia del Oeste	17.8
Vermont	17.1

Fuente: Elaboración propia con información de Abby Brown, Johanna Levene, Alexis Schayowitz y Emily Klotz, *Electric Vehicle Charging Infrastructure trends from the Alternative Fueling Station Locator: Second Quarter 2021*, National Renewable Energy Laboratory [en línea], Dirección URL: https://afdc.energy.gov/files/u/publication/electric_vehicle_charging_infrastructure_trends_second_quarter_2021.pdf, p. 15.

³⁷⁷ Abby Brown, Johanna Levene, Alexis Schayowitz y Emily Klotz, *Electric Vehicle Charging Infrastructure trends from the Alternative Fueling Station Locator: Second Quarter 2021*, National Renewable Energy Laboratory [en línea], Dirección URL: https://afdc.energy.gov/files/u/publication/electric_vehicle_charging_infrastructure_trends_second_quarter_2021.pdf, p. 15 [Consulta 10 de marzo de 2022].

Dentro de los sitios de carga coexisten múltiples tipos de cargadores e incluso distintas compañías que se encargan de implementar los productos necesarios para cargar las baterías. Respecto a los cargadores, existen tres tipos distintos: Cargador Nivel 1, el cual con 120 voltios (V) logra cargar en una hora aproximadamente de dos a cinco millas de rango eléctrico; después están los cargadores Nivel 2, los cuales con 240 V, tras una hora de carga otorga entre 10 y 20 millas de rango eléctrico; finalmente, se encuentran los supercargadores o *DC Fast* que cuentan con más de 480 V y tras 20 minutos de carga pueden otorgar entre 60 a 80 millas de carga, siendo estos últimos los más necesarios para espacios públicos.³⁷⁸

La proyección que busca el gobierno de Biden hace necesaria una inversión superior que a su vez pueda acelerar el ritmo de instalación de los cargadores anteriormente mencionados; esto debido a que mientras el ritmo de ventas se acelera, nace la necesidad de instalar rápidamente cargadores que se adapten a los autos mismos debido a que se espera que para 2030 haya al menos 15 millones de autos eléctricos en las calles. Dicha predicción requiere que cargadores de Nivel 2 y Supercargadores sean instalados en una medida superior, entre 15.8% y 68.3%, respectivamente.³⁷⁹

Respecto a los Supercargadores existe una problemática relacionada con el adaptador dueño de casi todas estas tecnologías ya que del total de supercargadores públicos en Estados Unidos, aproximadamente el 56.8%, le pertenece a las redes de carga marca Tesla, haciendo que únicamente los dueños de autos de esta marca sean los que puedan utilizarlos³⁸⁰; incluso de manera gratuita hasta el año de 2017³⁸¹; por ello, en manera de que se avanza en investigación, ésta debe ser aplicada de manera pública o con acceso para usuarios de marcas indistintas.

La infraestructura pública mantiene diversas variaciones geográficas que deben ser tomadas en cuenta para su respectiva instalación debido a que a

³⁷⁸ Abby Brown, Johanna Levene, Alexis Schayowitz y Emily Klotz, *op. cit.*, p. 4.

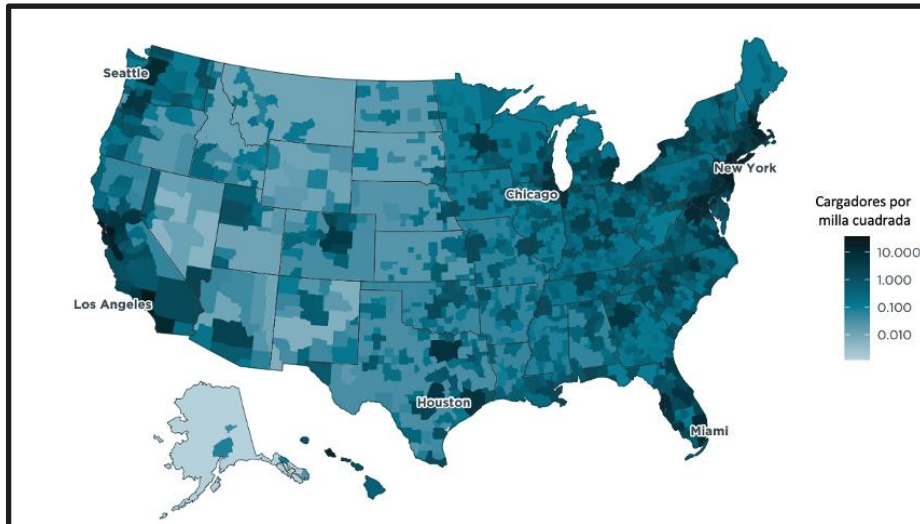
³⁷⁹ *Ibidem*, p. 25.

³⁸⁰ *Ídem*

³⁸¹ Kote Puerto, "Si compras un Tesla hoy, ya no tendrás acceso a la recarga gratuita e ilimitada de los Superchargers", en *Xataka* [en línea], 19 de enero de 2017, Dirección URL: <https://www.xataka.com/vehiculos/si-compras-un-tesla-hoy-ya-no-tendras-acceso-a-la-recarga-gratuita-e-ilimitada-de-los-superchargers> [Consulta 10 de marzo de 2022].

pesar de buscar instalar cargadores en zonas rurales, es en las zonas metropolitanas más grandes donde se requiere mayor densidad de cargadores por milla cuadrada, al menos para las aspiraciones del año 2030.³⁸²

Figura 13.
Densidad de cargadores públicos por milla cuadrada necesarios para 2030



Fuente: Gordon Bauer; Chih-Wei Hsu; Mike Nicholas y Nic Lutsey, *Charging Up America: Assessing the Growing Need for U.S. Charging Infrastructure Through 2030*, The International Council on Clean Transportation, EE. UU., 2021, p. 19.

Las ciudades que más cargadores por milla cuadrada requerirán son Nueva York (zona metropolitana) con 21 cargadores por milla cuadrada; San Francisco con 32 en el mismo espacio y la ciudad de Los Ángeles en California con la necesidad de 36 cargadores por milla cuadrada; mientras que en ciertas zonas rurales como en el estado de Montana, no se necesitará más que un cargador por milla cuadrada.³⁸³

Para romper la barrera que impone la falta de infraestructura para el éxito de los programas orientados al uso del vehículo eléctrico, es necesario comprender el uso de estos cargadores y de qué manera su uso puede ser expansivo; por ello, surgen múltiples opciones que pueden ayudar a ello como la instalación de cargadores en zonas donde naturalmente los automóviles se

³⁸² Gordon Bauer; Chih-Wei Hsu; Mike Nicholas y Nic Lutsey, *op. cit.*, p. 19.

³⁸³ *Ídem*

encuentran estacionados como hogares y espacios de trabajo, así como de manera intensiva en carreteras y zonas altamente transitadas.³⁸⁴

A diferencia de la infraestructura instalada hasta el año 2020, la creciente instalación de cargadores debe considerar que para el año 2030, será necesaria la instalación de cargadores en centros de trabajo, estacionamientos e incluso a las orillas de avenidas y carreteras, correspondiente a cargadores fuera de casa para mejorar la percepción social de los autos eléctricos y que su penetración sea más profunda.³⁸⁵

Para el ICCT, las inversiones en infraestructura necesitan cerca de 28 mil millones de dólares para cumplir con las expectativas planteadas por Biden pues se estima que el costo de implementación puede variar y aumentar de 1.1 mil millones de dólares a 4.5 mil millones para la implementación de los cargadores necesarios según el mismo aumento de demanda por los mismos; sin embargo, no todos los costos los debe asumir el Estado, sino que estos pueden ser compartidos con las partes interesadas como dueños de propiedades, compañías y otros gobiernos, tanto locales como extranjeros, al presentar oportunidades de colaboración, aspecto que baja los costes por asumir por una de las partes.³⁸⁶

A pesar de que los costos puedan ser elevados y estos pueden incrementar conforme pasan los años, diversos estudios señalan que los beneficios de esta gran transición son superiores a las inversiones necesarias ya que se espera, entre otras cosas, que los precios de los vehículos eléctricos bajen, al igual que los precios de los cargadores mismos que, al masificarse y perfeccionar técnica y tecnológicamente sus procesos, permiten su expansión y posterior penetración en el sistema energético y de movilidad; cambio que permitirá a la sociedad acercarse a la transición y llevarla a una expansión superior que cambie sistemáticamente el modelo tradicional vigente.

³⁸⁴ *Ibidem*, p. 29.

³⁸⁵ *Ídem*

³⁸⁶ *Ídem*

3.6 Adaptación y recibimiento del nuevo modelo por parte de la sociedad civil estadounidense.

Para que una transición de paradigma ya sea energética, de movilidad, tecnológica o gerencial, es necesario que dentro del contexto social en el que se desenvuelve dicha transición, exista un cambio en el imaginario colectivo, en el cual nuevas prácticas o acciones son llevadas a cabo para darle sentido a la transición misma, otorgando legitimidad que funge directamente como agente de cambio estructural en un sistema tradicional, como se explicó anteriormente en el apartado 1.2.

La participación social es el motor de cambio en cada una de estas transiciones ya que es la sociedad quien moldea nuevas prácticas en respuesta a un fenómeno particular; en este sentido, el impulso de comunidades científicas, académicas y sobre todo, medioambientales, en su papel como grupos sociales relevantes, trajeron consigo una visualización del problema que relaciona el sistema energético tradicional de quema de combustibles fósiles, principalmente a través del transporte, con afectaciones ambientales como el cambio climático por el aumento de gases tóxicos provenientes de los motores que usan estos combustibles.

Al encontrar dicha relación, gobiernos de todo el mundo comenzaron a centrarse en la creación de políticas relacionadas con la reducción de contaminantes a nivel global, aspecto que directamente apuntó a los grandes productores de la industria automotriz haciendo que se reconsiderara la manufactura de automóviles de bajas o nulas emisiones, principalmente eléctricos como una respuesta parcial a la problemática medioambiental vigente.

La producción de autos eléctricos recién comienza su trayectoria dentro del sistema; sin embargo, para que exista una plena adopción de los paquetes tecnológicos y virtudes medioambientales que ofrecen este tipo de vehículos, se deben de crear estrategias, principalmente desde las empresas automotrices que desean aumentar sus ventas, para que el grueso poblacional apruebe su uso y penetre directamente en el imaginario colectivo estadounidense; pero, para ello es necesario conocer el perfil, preferencias, experiencias y comportamiento de las y los habitantes de EE. UU. que pueden fungir como agentes de cambio del modelo tradicional vigente y así asentar el paradigma tecnoeconómico de movilidad eléctrica.

Es en este sentido que para fines de la presente investigación, se tomará en cuenta el estudio realizado por el Instituto de Combustibles (*Fuels Institute*, en inglés) del año 2021, donde se toma en cuenta el comportamiento del consumidor de los automóviles eléctricos durante la última década y cómo se puede incentivar la compra de estos autos en años futuros para llevar a cabo una transición energética automotriz exitosa.³⁸⁷

3.6.1 Perfil del consumidor de autos eléctricos en EE. UU.

Una parte sustancial para acercarse a nuevos compradores, es reconocer cuál es el público base que compra autos eléctricos y cuál es el que necesita más atención para hacer una transición justa, equitativa y exitosa en el mercado de EE. UU.; en ese sentido, el Instituto de Combustibles menciona que el grueso de compradores de vehículos eléctricos se centra en el rango de edad de entre 25 y 54, con 44.8% del total de compradores; es decir, personas de mediana edad con ingresos superiores a 100 mil dólares anuales son los compradores primordiales de autos eléctricos.³⁸⁸

Dentro del grupo de compradores, se encuentra una tendencia en el género donde se destaca que el 75% de los compradores de autos eléctricos es de género masculino, de los cuales, aproximadamente el 87% son blancos, dejando a la población negra, latina y asiática con porcentajes menores respecto a sus ventas, con un 3%; 2% y 6%, respectivamente; no obstante, en el estado de California el porcentaje de compradores asiáticos asciende al 21%, respondiendo al porcentaje poblacional de asiáticos-americanos en el estado.³⁸⁹

Un aspecto que gana importancia dentro de Estados Unidos respecto a la compra de autos eléctricos es la afiliación política de sus compradores. Al respecto, la investigación arrojó que en su mayoría, los usuarios de autos eléctricos son en mayoría demócratas con un 37% del total de compradores; sin embargo, los afiliados al Partido Republicano no se quedan atrás, con un 34%. A pesar de las diferencias ideológicas, existió un consenso generalizado respecto a si comprarían un auto eléctrico con un subsidio, el cual debería ser

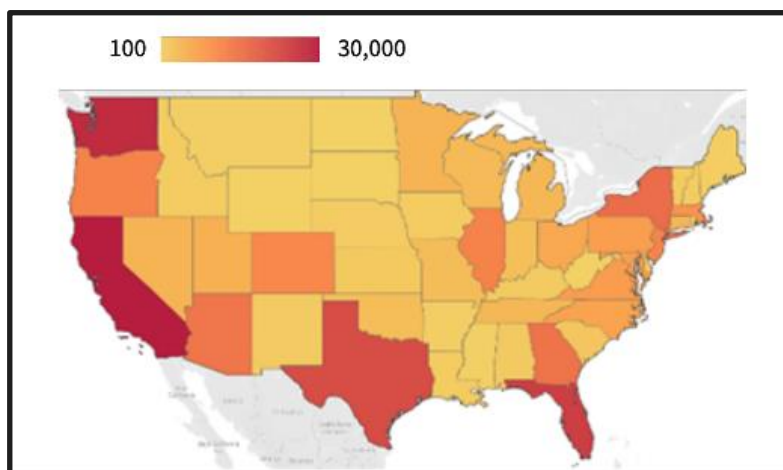
³⁸⁷ Cfr. Fuels Institute, *EV Consumer Behavior*, EVC: Electric Vehicle Council, Junio 2021, Estados Unidos.

³⁸⁸ Fuels Institute, *EV Consumer Behavior*, EVC: Electric Vehicle Council, Junio 2021, Estados Unidos, p. 10.

³⁸⁹ *Ibidem*, p. 11.

de \$7,500 dólares en impuestos para aumentar su preferencia hacia un vehículo eléctrico.³⁹⁰

Figura 14.
Cantidad de Vehículos Eléctricos registrados por estado



Nota: El total de registros en California ascienden a los 256 mil vehículos, pero la leyenda de 30 mil se realizó para resaltar la variación en otros estados.

Fuente: Fuels Institute, *EV Consumer Behavior*, EVC: Electric Vehicle Council, Junio 2021, Estados Unidos, p. 14.

Respecto a la distribución de estos vehículos en el territorio nacional, se debe tomar en cuenta que el estado de California es quien concentra el grueso de pertenencia de los autos eléctricos, aspecto que corresponde al porcentaje de ingresos individuales por cada estado y las políticas de incentivos en cada uno de los mismos, tal como lo representa la figura 15.³⁹¹

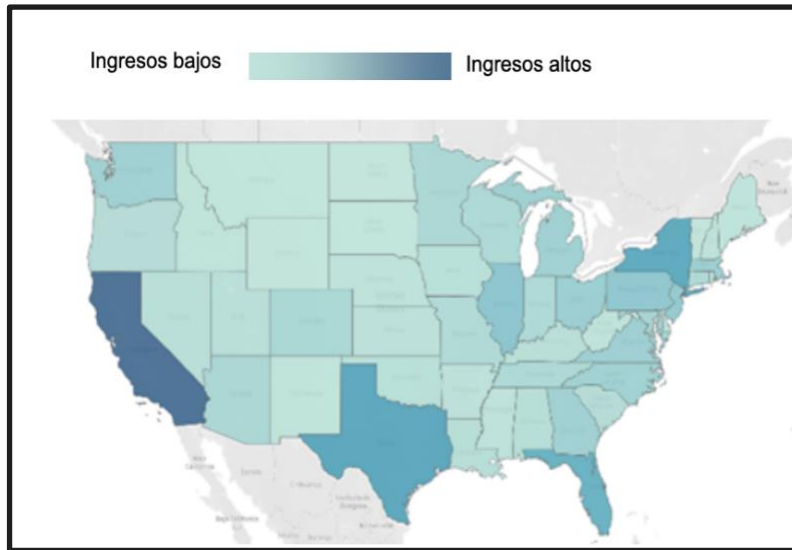
La evolución del comprador se ha mantenido en circunstancias similares desde 2010 respecto a la edad, el ingreso promedio del comprador y el género; sin embargo, el único aspecto que ha cambiado es la distancia recorrida por los automovilistas en este tipo de modelos ya que, para el año de 2012, por semana se recorrían en promedio unas 100 millas. Para 2015 este promedio aumentó a 180 millas pero, para 2019, ya eran de aproximadamente 250 millas, aspecto que permite al comprador mantener confianza en el rango de las nuevas baterías, respondiendo a las necesidades actuales de movilidad.³⁹²

³⁹⁰ *Ibidem*, p. 13.

³⁹¹ *Ibidem*, p. 14.

³⁹² *Ibidem*, p. 17.

Figura 15.
Ingreso económico individual por estado (2018)



*Fuente: Fuels Institute, *EV Consumer Behavior*, EVC: Electric Vehicle Council, Junio 2021, Estados Unidos, p. 14.

Dentro de los próximos 10 años se espera que estos perfiles de comprador evolucionen se expandan en distintos rangos; comenzando por la edad, se espera que para 2030, el promedio de edad se normalice a distintas generaciones conforme la tendencia de autos eléctricos aumente y a la diversificación de modelos y marcas; posteriormente, respecto al ingreso económico, se espera que compradores de menores ingresos sean capaces de obtener un vehículo eléctrico al bajar los precios de estos autos conforme las tecnologías se perfeccionen y masifiquen.³⁹³

Conforme avance la venta de autos eléctricos en la siguiente década, también se espera que se expanda la cantidad de conductores que no cuenten con cargador eléctrico en casa; por ello se espera que la cantidad de cargadores públicos aumente, al igual que se espera un aumento del rango eléctrico de las baterías, las cuales se espera que alcancen el rendimiento de un auto de combustión interna; mientras, a la vez se predice que la brecha de género tan marcada en esta rama se balancee con el lanzamiento de automóviles eléctricos de distintos segmentos.³⁹⁴

³⁹³ *Ibidem*, p. 18.

³⁹⁴ *Ídem*

Respecto al perfil de compradores, se pueden encontrar diversos factores que favorecen las ventas de los vehículos eléctricos, las cuales, si son tomadas en cuenta y se fortalecen dentro de la siguiente década, pueden significar que la transición se asiente de manera exitosa. En primer lugar, la baja de costos de las baterías y de los autos en sí, ha permitido que se posicione como el factor más relevante para realizar una compra; por ello, si el precio de compra disminuye, así como los costos operacionales del coche, sumado con incentivos fiscales a nivel federal o estatal, es probable que la venta de estos autos mejore.³⁹⁵

Otro de estos factores se relaciona con el ahorro de tiempo, debido a que hacer los tiempos de carga más cortos, mientras se aumenta el rango eléctrico entre cargas; es decir, que se pueda recorrer más distancia antes de cargar nuevamente la batería, son aspectos que resultan de vital importancia para mejorar la penetración de las tecnologías en la sociedad, al tiempo que este factor se complementa con una mayor disponibilidad de infraestructura pública.³⁹⁶

En otro sentido, el factor de familiaridad con esta nueva tecnología otorga un valor distinto que puede cambiar la percepción de la misma en la sociedad respecto su uso, ya que el acercamiento a los vehículos de este estilo puede llevarse a cabo a través de taxis o servicio de transporte de pasajeros o incluso mediante renta de autos eléctricos, los cuales pueden brindar una experiencia distinta por recomendaciones de amistades o familiares para aumentar la visibilidad o la cercanía a las nuevas tecnologías.³⁹⁷

Finalmente, otro de los factores más relevantes para expandir y mejorar la imagen de estos vehículos viene directamente de la variedad que puedan otorgar a los clientes al ofrecer distintos automóviles de distintos segmentos y tamaños, mientras se ponen a prueba diversas opciones de carga como la inalámbrica y se desarrollan nuevos autos que sean atractivos para distintos públicos, especialmente a través del diseño.³⁹⁸

³⁹⁵ Fuels Institute, *op. cit.*, p. 20.

³⁹⁶ *Ídem*

³⁹⁷ *Ídem*

³⁹⁸ *Ídem*

3.6.2 Tendencias en relación con la infraestructura de carga.

Conforme incrementa el rango de duración de la batería eléctrica cada año, también incrementa la confianza del consumidor, aspecto que es visible a través de la tendencia de carga de las baterías. En promedio, los autos modelo 2016 o 2017 son cargados una vez al día, a diferencia de los modelos 2011, que requerían cargarse aproximadamente dos veces al día, cerca de 43 veces al mes. Se espera que los autos modelo 2021-2022 mantengan ritmos de carga similares a los de 2017 de una carga cada uno o dos días.

La anterior tendencia permitió observar un ligero aumento en las cargas de cargadores públicos conforme estos incrementan; no obstante la gran mayoría de los dueños de estos automóviles encuentran conveniente cargarlos en casa durante la noche, en un momento donde el automóvil se encuentra detenido de forma natural y no toma demasiado tiempo del día esperar su carga, siendo un 72% de los compradores con preferencia de hacerlo de esta manera; sin embargo, hay un 50% de los mismos dueños que prefiere cargarlo aproximadamente 10 minutos en un supercargador cercano a casa; mientras que el resto preferiría realizar la carga en momentos donde el auto está detenido en el espacio público como en un restaurante o algún centro comercial.³⁹⁹

A pesar de las preferencias, las tendencias de carga se mantienen en un ritmo distinto, donde solamente el 51% de los dueños de estos autos lo cargan en casa, según datos de 2018, mientras que el resto de las cargas se realizan en espacios públicos donde el automóvil se encuentra detenido de forma natural como en el trabajo con un 16% de la tendencia. El resto de las cargas se realizan en camino al destino o en el destino mismo, siendo éste distinto al hogar.⁴⁰⁰

Al ver la cantidad de cargas realizadas en casa, se debe justificar la razón por la que debe existir más infraestructura de carga pública ya que, existen diversos factores que hacen necesarias las cargas fuera de espacios como el hogar y el trabajo. En primer lugar, al existir un aumento de ventas de estos autos, significa que no todas las cargas pueden hacerse en casa o, en su defecto, no todos los conductores tienen acceso a cargar sus autos directamente en su vivienda, haciendo necesaria la infraestructura pública.⁴⁰¹

³⁹⁹ *Ídem*

⁴⁰⁰ *Ibidem*, p. 24.

⁴⁰¹ *Ibidem*, p. 26.

Posteriormente se encuentra el factor de quedarse sin batería. Tal y como sucede con los autos de combustión interna, al acabarse la fuente de alimentación, hacen necesaria la carga en algún centro, en este caso, de electricidad. De igual manera, un factor que abona a la necesidad de cargadores públicos es que estos se encuentren disponibles en espacios donde se pueda estacionar libremente como un restaurante, un supermercado o un centro comercial, especialmente si dichas cargas son gratuitas o de bajo costo.⁴⁰²

Las cargas fuera de casa, por lo regular se llevan a cabo durante viajes largos, los cuales, en autos eléctricos son planeados, específicamente por la baja disponibilidad de la infraestructura aspecto que en el futuro no debería ser así por el probable avance del aumento del rango eléctrico de las baterías; no obstante, para una conveniencia pública las estaciones de carga deben estar, en promedio, a unas 70 millas de distancia una de otra para así proveer de acceso eléctrico a los usuarios de estos autos a través de todo el sistema interestatal carretero.⁴⁰³

3.6.3 Preferencias de carga.

En materia de la infraestructura de carga pública, existen distintos tipos de cargadores explicados en el apartado 3.5.; sin embargo, los potenciales compradores de autos eléctricos consideran relevante la existencia de cargadores de carga rápida para realizar su compra, siendo un 54% de estos aunque, existe un 46% de potenciales compradores que no consideran importante la existencia de estos.⁴⁰⁴

El anterior razonamiento se debe a que existen múltiples factores a considerar al momento de utilizar una estación de carga pública. De estos factores destaca la velocidad de la carga y la necesidad de la misma. También se considera relevante la marca del cargador y la compatibilidad del equipo con el automóvil.⁴⁰⁵

La marca del cargador resulta importante debido a la disponibilidad de los mismos, como se explicó anteriormente, dueños de vehículos marca Tesla

⁴⁰² *Ídem*

⁴⁰³ Fuels Institute, *op. cit.*, p. 28.

⁴⁰⁴ *Ídem*

⁴⁰⁵ *Ibidem*, p. 3.

únicamente pueden utilizar cargadores de esta marca, mientras que los usuarios de una marca distinta, no pueden hacer uso de los *SuperChargers* de Tesla, aspecto que resulta de gran importancia debido a que en 2020, Tesla instaló un total de 8,509 *SuperChargers* (cargadores de alta velocidad marca Tesla) en 11,685 destinos de carga local, lo que representa cerca del 54% del total de cargadores de alta velocidad en todo el territorio estadounidense.⁴⁰⁶

Es así como la limitada existencia de infraestructura pública para todo usuario de autos eléctricos depende de otros aspectos relevantes como la familiaridad de los cargadores públicos con los instalados en casa, los cuales se apegan a sus necesidades y, principalmente, a los hábitos de carga, haciendo más factible su uso fuera de casa pues el cliente conoce la forma en que se utilizan dichos cargadores, especialmente si están instalados en espacios que el propio cliente frecuenta.⁴⁰⁷

En un marco ideal, la infraestructura debe buscar que el suministro de energía eléctrica rompa con estos esquemas y evite la dependencia a un sólo tipo de cargador, aumentando la disponibilidad de marcas en las estaciones de carga al mismo tiempo que genera acercamiento con otro tipo de tecnologías como el pago de la cuenta eléctrica a través del celular o aplicaciones dedicadas a lo mismo dentro de la coyuntura digital y tecnológica actual.⁴⁰⁸

3.6.4 Tiempo de espera, ¿limitación u oportunidad?

Actualmente, la tecnología con la que cuentan las baterías de los automóviles hace que éstas no puedan cargarse de manera inmediata. Dependen de la cantidad de voltios que pueden recibir mediante el cargador para definir una carga en un tiempo determinado. Cuando la carga se realiza durante la noche, el tiempo de carga no absorbe parte del tiempo de día que puede romper la rutina del usuario.

A diferencia de los actuales dueños de autos de combustión interna que cargan combustible en cuestión de 5 a 10 minutos, los clientes de autos eléctricos prevén que la carga de su vehículo dure en promedio de 30 minutos a

⁴⁰⁶ *Ibidem*, p. 29.

⁴⁰⁷ *Ibidem*, p. 30.

⁴⁰⁸ *Ibidem*, p. 2.

una hora mientras esperan en la estación de carga⁴⁰⁹. A pesar de que la tecnología de autos como Tesla permite a los usuarios ver una película a través de una plataforma de *streaming* o jugar algún videojuego durante la estancia de carga dentro de su auto, la investigación del Instituto de Combustibles muestra diversas tendencias al momento de cargar el automóvil que pueden ser vistas como limitaciones u oportunidades según el gasto de tiempo.

La realidad indica que los conductores de vehículos eléctricos tienen tiempos de espera 20 minutos más largos que los conductores convencionales, haciendo que, cuando los cargadores se encuentran en tiendas departamentales o comerciales, los conductores de eléctricos se encuentren en tienda más tiempo, aspecto que puede representar ganancias económicas para las tiendas, según indica Kohls, ya que, cuando las tiendas ofrecen cargas gratuitas durante la estancia, los conductores de vehículos eléctricos gastan cerca de un dólar por minuto dentro de una ventana de una hora.⁴¹⁰

Para algunos usuarios, la experiencia que brinda el auto eléctrico mientras carga puede ser beneficiosa, debido a que en el tiempo que se carga el coche, pueden realizar actividades de su rutina diaria sin una pérdida de tiempo extra, tal como visitas al supermercado, comidas, visitas, estancias en gimnasios o alguna actividad de su preferencia, remarcando la importancia de la implementación de cargadores públicos en espacios de estacionamiento.⁴¹¹

La empresa sueca Volvo encontró en el año de 2018 que los espacios más deseados para tener estaciones de carga pública son en primer lugar, sitios con cargadores rápidos para disminuir el tiempo de carga a la mitad, con un 48% de la preferencia total; en segundo lugar, cafeterías con Wi-Fi con el 42% de preferencia; en tercer lugar, gimnasios con 32%; posteriormente, espacios con recompensas para incentivar el regreso con el 27% y; finalmente, espacios como talleres de autos que permita cargar sus autos mientras reciben algún servicio, con el 26% de aprobación.⁴¹²

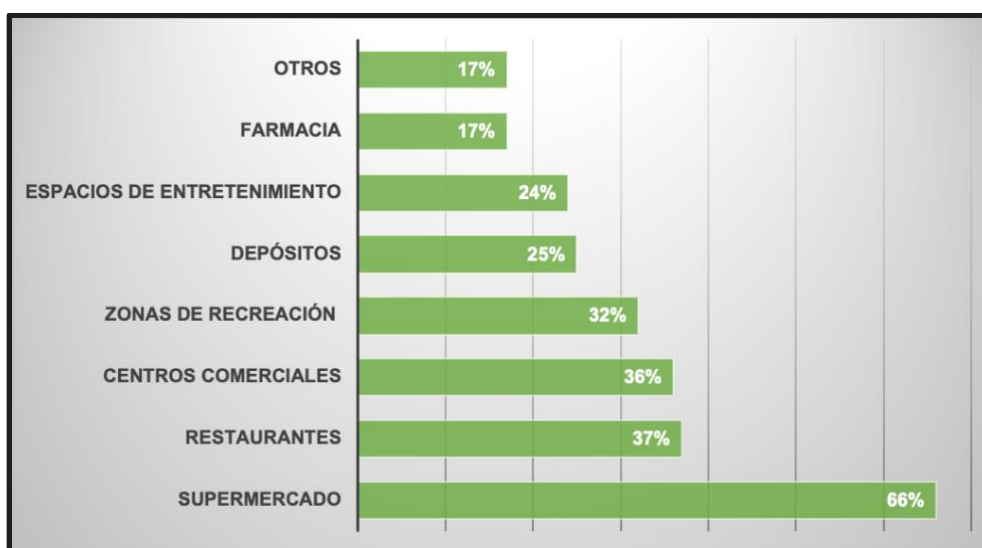
⁴⁰⁹ Fuels Institute, *op. cit.*, p. 38.

⁴¹⁰ *Ibidem*, p. 3.

⁴¹¹ *Ídem*

⁴¹² *Ibidem*, p. 41.

Gráfico 7.
Espacios públicos con mejor percepción para la instalación de cargadores



Fuente: Elaboración propia con información de Fuels Institute, *EV Consumer Behavior*, EVC: Electric Vehicle Council, Junio 2021, Estados Unidos.

La realidad de los autos eléctricos se hace más patente conforme avanzan las ventas y se implementan espacios de carga. Responder a las necesidades actuales puede permitir que los clientes y futuros compradores se mantengan o quieran ser parte de una comunidad más grande. Los actuales dueños de vehículos eléctricos no se ven desalentados por las limitaciones actuales en infraestructura de carga y del automóvil, ya que encuentran nuevas formas de acción e interacción frente a las limitaciones que se imponen.⁴¹³

Si las empresas automotrices y los planes gubernamentales desean masificar las ventas de este tipo de modelos eléctricos, resulta crítico entender los puntos de vista de los compradores actuales y de aquellos que aún no consideran adquirir un eléctrico, especialmente con las proyecciones futuras de ventas ya que, conforme crezca el mercado eléctrico automotriz, el perfil demográfico de vehículos eléctricos se irá diversificando y deberá encontrar nuevas respuestas a sus peticiones y a las dificultades que encuentren los modelos e infraestructura para asentar la transición energética global de la industria automotriz que ya es una realidad.

⁴¹³ *Ibidem*, p. 3.

Estados Unidos cuenta con un reto frente al mundo y a su población. Las circunstancias y el desarrollo histórico del vehículo eléctrico dentro del territorio estadounidense demuestran que su sociedad se encuentra dispuesta a formar parte de la transición energética en el sector automotriz siempre y cuando las condiciones, principalmente de infraestructura, costos y modelos atractivos y competitivos se encuentren dentro de su mercado.

El gobierno estadounidense se encuentra en un momento crítico de apoyo al uso de energías limpias y sobre todo, para el uso del vehículo eléctrico, eje rector de su política ambiental; sin embargo, para la industria automotriz de EE. UU. aún representa una dificultad la capacidad de competencia frente a compañías listas para vender y mejorar sus vehículos eléctricos, teniendo como el caso más representativo el de Tesla frente a los tres grandes de la industria estadounidense, los cuales recién comienzan con sus planes de electrificación.

Es necesaria una reflexión extensiva acerca de la manera en que se acelerará este proceso para reconocer quiénes serán las empresas rectoras de esta transición, dejando únicamente a las que cuenten con la capacidad de adaptarse a este paradigma tecnoeconómico energético que regirá las relaciones de Estados Unidos hacia el extranjero y hacia dentro de sus fronteras.

Conclusiones.

El panorama internacional es incierto y Estados Unidos cuenta con una oportunidad única. Las recientes crisis relacionadas con la pandemia generada por el virus SARS CoV-2, así como los conflictos políticos, económicos y bélicos en los que se encuentran inmiscuidos múltiples países productores de petróleo como Rusia, Arabia Saudita y Estados Unidos, han demostrado que la dependencia al petróleo, principalmente si es extranjero, puede representar grandes amenazas para la seguridad del país y para el mantenimiento de los estilos de vida con los que cuentan sus ciudadanos.

Sería incorrecto decir que la era del petróleo ha llegado a su fin, sin embargo, se puede comprender por las problemáticas anteriores, y por la crisis ambiental global, que la dependencia hacia los combustibles fósiles en el futuro no será rentable, especialmente para países con oportunidades geográficas y que cuentan con recursos renovables como son el sol y el aire, ya que estas naciones pueden darles múltiples oportunidades a las energías limpias para mejorar su mix energético, remarcando la gran oportunidad de Estados Unidos, país que cuenta con las anteriores características.

Los grandes desarrollos socio-técnicos relacionados a las tecnologías energéticas mejoran día con día y disminuyen su costo, tanto de instalar como de mantener como se pudo observar a lo largo de la investigación. La actual revolución industrial relacionada con las tecnologías de cuarta generación hace patente la necesidad de aumentar y mejorar los flujos eléctricos a lo largo de los diversos territorios nacionales que puedan adaptarse a este nuevo paradigma digital, especialmente si se puede hacer a través de tecnologías que no son tan agresivas con el ambiente.

Impulsar una transición energética requiere de múltiples esfuerzos por parte de los grupos interesados en ella debido a que, como se explicó a lo largo del trabajo, es un proceso complejo y lleno de obstáculos. Es común encontrar en discursos de diversos gobiernos y empresas, narrativas deterministas que desean encontrar resultados a corto plazo; no obstante, se comprende que el proceso, para encontrar resultados exitosos y a largo plazo, se deben de tomar en cuenta múltiples factores que ayuden a penetrar con mayor profundidad a estas tecnologías que pueden sentar las bases para un nuevo sistema energético.

Aplicar un nuevo paradigma tecnoeconómico en el sector energético no es tarea fácil pero, no sería la primera vez que sucede, y para ello se requiere de la participación de diversos actores, especialmente de las empresas dedicadas a este sector, las cuales ganan mayor protagonismo que en otras épocas. Es así que el incentivar productos que se relacionen a este nuevo sistema energético es una parte sustancial para motivar una nueva percepción pública sobre la población civil que es al final de cuentas, quien resiente los avances y retrocesos de cada uno de estos sistemas como consumidores finales.

El cambio sistemático en el *mix* energético tiene consecuencias directas sobre los productos y sistemas más pequeños que se nutren del sistema tradicional. En este sentido, el sector del transporte es el que se ve más afectado por la transición hacia una nueva fuente de energía pero, motivado por los esfuerzos de diversos grupos socialmente relevantes, se ha impulsado el desarrollo de tecnologías resilientes a este cambio y que pueden obtener ventajas sustanciales sobre el paradigma tradicional de movilidad a través de la implementación de vehículos ligeros completamente eléctricos, capaces de mantener los ritmos acelerados de demanda en la movilidad, especialmente en espacios urbanos, sin comprometer el medio ambiente, al menos no con los niveles de contaminación de los últimos dos siglos.

El automóvil eléctrico no es un invento de la última década, pero su desarrollo en estos últimos años le ha permitido competir directamente con los automóviles de combustión interna en precio y en beneficios, conforme se masifican y perfeccionan estos avances técnicos, haciendo que la industria automotriz se adapte a las nuevas condiciones políticas y sociales que exigen un cambio en la manera en que estos vehículos se producen y se sostienen.

Estados Unidos, a través de las múltiples políticas gubernamentales impulsadas en el marco de la crisis medioambiental global, ha generado expectativas respecto a los alcances que puede llegar a tener la movilidad eléctrica, haciendo que día con día la demanda de autos impulsados por electricidad aumente, especialmente de aquellas marcas que cuentan con el conocimiento técnico de las nuevas tecnologías eléctricas, las cuales mejoran su imagen y legitimidad al perfeccionarse y demostrar los diversos beneficios que otorgan.

Es de esta manera, y tras realizar este recorrido, que se puede mencionar que la investigación encontró respuesta a los cuestionamientos iniciales de la misma, ya que demuestra que Estados Unidos se encuentra en la fase normativa de una transición energética que afecta directamente a su industria automotriz y al paradigma energético que tanto tiempo han sostenido dentro de esta nación.

La coyuntura política, económica, social, cultural y tecnológica global ha hecho que se le preste atención a la crisis climática como nunca antes y para ello, los países que históricamente han contaminado deben ser los primeros en modificar los mecanismos y sistemas que han mantenido durante las últimas décadas.

Estados Unidos ha mostrado una respuesta frente a estas exigencias y, tras una serie de compromisos rotos y múltiples vaivenes, ha encontrado espacios de oportunidad para expandir su poder económico y político a través de estas medidas, las cuales son aprovechadas por sus empresas para encontrar posicionamientos estratégicos que traigan múltiples beneficios políticos y económicos para su sociedad mientras cumple con los estándares internacionales.

A pesar de que la industria estadounidense será afectada por esta transición, las empresas, principalmente en el sector automotriz, ya encontraron respuesta a la manera en que se pueden adaptar a estos cambios. La electrificación de sus modelos dentro de los próximos 10 a 15 años, hablan del compromiso que tienen frente la problemática ambiental aprovechando los beneficios económicos que puede otorgar posicionar autos que aumentan sus ventas exponencialmente, mientras compiten con empresas nuevas como Tesla, las cuales ganan legitimidad a través de diversas estrategias en la era digital.

La imagen que han ganado los autos eléctricos durante la década de 2010 e inicios de la de 2020, ha logrado que más personas se interesen en adquirir vehículos de estas características por los múltiples beneficios económicos que se han encontrado a través de subsidios, mantenimientos más económicos, facilidades y buena percepción pública como respuesta a la problemática ambiental pero, para aumentar dichas ventas, se hace necesario implementar infraestructura que soporte el cambio de paradigma, aspecto que implica dejar atrás espacios pensados para el sistema tradicional para generar cambios

organizacionales que sean compatibles con las tecnologías alternativas, situaciones ya tomadas en cuenta por el gobierno y empresas estadounidenses.

Es así que se confirma la hipótesis inicial de la presente investigación, la cual demuestra que, efectivamente, existe una transición energética en Estados Unidos que es impulsada por múltiples actores que convergen nacional e internacionalmente para la implementación de políticas que promueven una solución a la problemática ambiental, encontrando un espacio de oportunidad en y para las empresas automotrices de Estados Unidos, las cuales, al adaptarse al cambio a través de la producción de automóviles eléctricos e infraestructura para los mismos, favorecen al desarrollo de un nuevo paradigma tecnoeconómico de energía y movilidad que concluye en la formación de una nueva normalidad para la población civil.

La realidad de este nuevo sistema aún encuentra múltiples fallas y diversos retos a resolver en el futuro. Se hace especial énfasis en que la narrativa del automóvil eléctrico puede ser seductora y puede llevar a caer en análisis deterministas que den por sentado que a través de crear autos impulsados por electricidad se termina la problemática ambiental; esto no es así.

La producción de automóviles eléctricos es el reflejo de los cambios implementados en distintos sectores relacionados con las nuevas formas de crear energía que impulse el transporte y de la movilidad misma, mas no representa una solución total a los problemas del medio ambiente, sino que es una solución parcial y complementa, dentro de un marco tecnológico y social urbano, a la diversa gama de impulsos de distintos sectores de la sociedad para cumplir con las expectativas planteadas por asociaciones civiles y gobiernos para alcanzar la descarbonización de la industria mundial que sirva de igual manera para mantener los estilos de vida a los que se está acostumbrado en el sistema tradicional.

De ahí la importancia del establecimiento de un nuevo paradigma tecnoeconómico, ya que permite cambiar de la normalidad establecida en un modelo tradicional a un nuevo sentido común que corresponda racionalmente con los objetivos planteados para un futuro social y ambientalmente sostenible, que permita habitar la atmósfera terrestre durante más tiempo del que se tiene pronosticado si se mantienen los ritmos de producción y consumo actuales.

Otro reto futuro que se relaciona con el desarrollo de la investigación es el que toma en cuenta el ritmo de la transición. A pesar de los esfuerzos realizados por empresas como Tesla, subsidios gubernamentales o políticas estatales agresivas, el ritmo de la transición es aún lento en EE. UU.; por ello, requiere de una aceleración superior que se traduzca en mayor inversión por parte de los sectores interesados.

Con base en lo anterior, si la transición energética en el sector automotriz se mantiene al mismo ritmo, es probable que no se alcancen las metas establecidas en Estados Unidos ni a nivel internacional, y esto haría necesaria, entonces, una expansión intensiva de infraestructura para el desarrollo óptimo de cargadores que soporten la implementación de vehículos eléctricos.

De igual manera, otro reto a resolver se relaciona con la infraestructura energética, la cual debe corresponder directamente a los objetivos planteados; es decir, las fuentes que alimenten las centrales eléctricas que carguen esos vehículos deben provenir de energías limpias, de lo contrario, la transición no tendría sentido.

Asimismo, el desarrollo de cargadores más eficientes, que logren acortar el tiempo de carga que ya tienen, son parte sustancial del éxito de esta transición mientras que las baterías de los autos se perfeccionan a través del uso de distintos minerales y tecnologías que les permitan alcanzar rangos de carga superiores y más confiables.

Múltiples empresas, gobiernos y asociaciones no gubernamentales coinciden en que parte de la solución global de la problemática ambiental reside en la conversión de automóviles con motores de combustión a eléctricos. Por ello, se busca incentivar a como dé lugar la expansión de estas nuevas tecnologías, las cuales, a pesar de encontrar resistencias por grupos tradicionalistas, han mejorado su percepción pública al ofrecer paquetes tecnológicos distintos a los que brinda un auto del sistema tradicional.

La electrificación de los autos ha permitido perfeccionar innovaciones tecnológicas como la conducción autónoma o el desarrollo de aplicaciones en comercio para estos nuevos coches; sin embargo, para los países como Estados Unidos, interesados en promover estos vehículos, les ha abierto una ventana de oportunidad para eliminar su dependencia energética al exterior mientras aprovechan las diversas fuentes de energía disponibles, no dejando fuera al

petróleo, como inicialmente se ha planteado, otorgando una libertad energética para aquellos países que deseen sumarse al cambio.

La transición energética en aras de un nuevo paradigma tecnoeconómico es una realidad y encuentra en la industria automotriz una manera de manifestarse, siendo ésta una de las más eficaces por la cercanía que mantiene la movilidad con la sociedad civil; por ello, resulta relevante mantener una constante observación respecto a este fenómeno debido a que, por la importancia que recobran los bienes energéticos de un país para la seguridad nacional del mismo, puede que en el futuro sea causante de conflictos y controversias, resultado del reordenamiento de las cadenas de valor de las materias primas necesarias para mantener este nuevo sistema.

Las expectativas respecto al automóvil eléctrico en el panorama internacional son altas. Se espera que responda activamente como solución a la crisis ecológica; sin embargo, dadas las condiciones que permiten la penetración de este nuevo sistema en el tradicional, se espera que sea el causante de una transformación superior que lleve a Estados Unidos, y al resto de países interesados en esta transición, a una nueva normalidad que elimine las carencias del sistema energético tradicional mientras que impulsa el empleo; la igualdad de oportunidades y encuentra la manera para eliminar brechas tecnológicas y sobre todo, sociales.

Referencias bibliográficas

- Angulo, Yvón; De Gortari, Rebeca; Pérez, Gabriel; Rueda, Érika; Santos, María Josefa. *Acceso tecnológico: una reinterpretación de la biblioteca pública mexicana*, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, México, 2006.
- Bauer, Gordon; Hsu, Chih-Wei; Lutsey, Nic; Nicholas, Mike. *Charging Up America: Assessing the Growing Need for U.S. Charging Infrastructure Through 2030*, The International Council on Clean Transportation, EE. UU., 2021.
- Callon, Michael. "Society in the Making: The study of technology as a tool for sociological analysis", *The social construction of technological systems*, The MIT Press, Inglaterra, 1989.
- Cazadero, Manuel. *Las revoluciones industriales*, Fondo de Cultura Económica, México, 1997.
- DNV. *Energy Transition Outlook 2021: A global and regional forecast to 2050*, Noruega, 2021, 282 pp.
- Fuels Institute. *EV Consumer Behavior*, EVC: Electric Vehicle Council, Junio 2021, Estados Unidos.
- Giménez Abad, María Jesús. *Análisis del sector de la movilidad eléctrica. El caso de Tesla en España*, Comillas, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, España, 2019.
- Grubler, Arnulf; Wilson, Charlie y Nemet, Gregory. "Apples, oranges, and consistent comparisons of the temporal dynamics of energy transitions", *Energy Research & Social Science*, num, 22, 2016, 18 pp.
- Hove, Anders; Sandalow, David. *Electric Vehicle Charging in China and the United States*, Center on Global Energy Policy, Columbia, Febrero 2019, EE. UU.
- International Energy Agency. *Global EV Outlook 2020: Entering the decade of electric drive?* IEA Publications
- IPSOS, Is there a target market for electric vehicles? IPSOS POV, 2017.
- Leff, Enrique. "Racionalidad ambiental y diálogo de saberes: significancia y sentido en la construcción de un futuro sustentable" en *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana*, vol. 2, núm. 7, 2004, Chile.
- Obra Social Caja Madrid, *Movilidad Urbana Sostenible: Un reto energético y ambiental*, Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, 2010.

- Pérez, Carlota. “El cambio de paradigma en las empresas como proceso de cambio cultural” en *Revista Científica Ciênc. Admin*, Fortaleza, núm., 1, 2003, 29-42 pp.
- Pérez, Carlota. *Technological Revolutions and Financial Capital: The dynamics of Bubbles and golden Ages*, Edward Elgar, Cheltenham, Reino Unido, 2002, 198 pp.
- Santos Corral, María Josefa y Lopategui Torres, Marco Antonio. “La construcción global de la Ciencia y la Tecnología bajo la lupa los enfoques CTS”, *El futuro de las Ciencias Sociales en un entorno globalizado*, FCPyS, UNAM, 2017, 257-267 pp.
- Schwab, Klaus. *La cuarta revolución industrial*, ePub, 2016, 284 pp.
- Smil, Vaclav. *Energy Transitions: History, Requirements, prospects*. Estados Unidos, PRAEGER, 2010, 178 pp.
- Smil, Vaclav. “Examining energy transitions: A dozen insights based on performance”, *Energy Research & Social Science*, num. 22, University of Manitoba, Canada, 2016. 194-197 pp.

Fuentes electrónicas

- ABC Reportajes, “La historia de Tesla: de ser una idea utópica a convertirse en la empresa más valiosa de EE. UU.” en *ABC Motor* [en línea], 14 de marzo de 2020, Dirección URL: https://www.abc.es/motor/reportajes/abci-historia-tesla-idea-utopica-convertirse-empresa-mas-valiosa-eeuu-202003140206_noticia.html
- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. *Descripción general de los gases de efecto invernadero*, [en línea], Dirección URL: <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/descripcion-general-de-los-gases-de-efecto-invernadero>
- Althaus, Hans-Jorg; Gauch, Marcel; Notter, Dominic; Stamp, Anna; Wäger, Patrick; Widmer, Rolf; Zah, Rainer. “Contribution of Li-ion Batteries to the Environmental Impact of Electric Vehicles” en *Environmental Science & Technology* [en línea], Vol. 44, No. 17, 2010, Dirección URL: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es903729a>
- Autonocion. “Hace 20 años que tenemos al Prius entre nosotros: ¿Un concepto que ha cambiado el automovilismo?”, Dirección URL: <https://www.autonocion.com/toyota-prius-cumple-20-anos-2020/>

- Behrmann, Elisabeth; Nicola, Stefan. “‘Peak car’ and the End of an Industry” en *Bloomberg* [en línea], 17 de agosto de 2018, Dirección URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-08-17/-peak-car-and-the-end-of-an-industry>
- Biden, Joe. [@JoeBiden]. (1 de marzo de 2022). *Ford is investing \$11B to build electric vehicles.* [Tweet]. Twitter. <https://twitter.com/joebiden/status/1498848735798960130?s=21>
- Blackmon, David. “As gas prices soar, White House doubles down on Green New Deal” en *Forbes* [en línea], 8 de marzo de 2022, Dirección URL: <https://www.forbes.com/sites/davidblackmon/2022/03/08/as-gas-prices-soar-white-house-doubles-down-on-green-new-deal/?sh=114860ed1cdd>
- Bloomberg NEF. *New Energy Outlook 2021* [en línea], Dirección URL: <https://about.bnef.com/new-energy-outlook/#download>
- Brown, Abby; Levene, Johanna; Klotz, Emily; Schayowitz, Alexis. *Electric Vehicle Charging Infrastructure trends from the Alternative Fueling Station Locator: Second Quarter 2021*, National Renewable Energy Laboratory [en línea], Dirección URL: https://afdc.energy.gov/files/u/publication/electric_vehicle_charging_infrastructure_trends_second_quarter_2021.pdf
- Díez, José Carlos. “Los costes de la transición energética” en *El País* [en línea], 10 de agosto de 2021, Dirección URL: https://elpais.com/economia/2021-08-11/los-costes-de-la-transicion-energetica.html?event_log=oklogin
- Carbajal, Marco. “Cuánto cuesta un Tesla Model S 2021” en *Siempre auto* [en línea], 10 de febrero de 2021, Dirección URL: <https://siempreauto.com/cuanto-cuesta-un-tesla-model-s-2021/>
- Casado, María F. “La transición energética de Japón una década después de Fukushima” en *esglobal* [en línea], 12 de marzo de 2021, Dirección URL: <https://www.esglobal.org/la-transicion-energetica-de-japon-una-decada-despues-de-fukushima/>
- Castañeda, Diego. “México, la transición energética y las ruedas de la Cuarta Revolución Industrial”, *Nexos*, 10 de diciembre de 2021, Dirección URL: <https://economia.nexos.com.mx/mexico-la-transicion-energetica-y-las-ruedas-de-la-cuarta-revolucion-industrial/>
- Chan, Christine; Lienert, Paul. “\$300 billion in electric vehicles, with more than 45 percent of that earmarked for China.” en *Reuters Graphics* [en

- línea], 10 de enero de 2019, Dirección URL: <https://graphics.reuters.com/AUTOS-INVESTMENT-ELECTRIC/010081ZB3HD/index.html>
- Comisión Europea. *Solar Energy* [en línea], Dirección URL: https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/energy-research-and-innovation/solar-energy_en
 - Comisión Europea. *Transición ecológica* [en línea], Dirección URL: https://ec.europa.eu/reform-support/what-we-do/green-transition_es
 - Comisión Europea. *Wind energy* [en línea], Dirección URL: https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/energy-research-and-innovation/wind-energy_en
 - Cristóbal, Carlos. “Así fueron las ventas mundiales en 2020”, en *Motor1.com* [en línea], 23 de febrero de 2021, Dirección URL: <https://ar.motor1.com/news/490587/asi-fueron-las-ventas-mundiales-en-2020/>
 - Deloitte. Insights, *Renewable transition: Separating perception from reality* [en línea], p.2, Dirección URL: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/power-and-utilities/us-renewable-energy-transition.html>
 - Eberhardt, Jeremiah; Kiser, John. “Are We Finally at a Tipping Point of Adoption for Battery Electric Vehicles?”, en *IPSOS* [en línea], 13 de diciembre de 2021, Dirección URL: <https://www.ipsos.com/en-us/knowledge/customer-experience/are-we-finally-at-a-tipping-point-of-adoption>
 - EFE, “Arranca el plan de Biden para instalar 500.000 cargadores de autos eléctricos” en *Agencia EFE* [en línea], 10 de febrero de 2022, Dirección URL: <https://www.efe.com/efe/usa/economia/arranca-el-plan-de-biden-para-instalar-500-000-cargadores-autos-electricos/50000106-4737535>
 - El Orden Mundial. “¿Qué es el *Green New Deal*?” en *El Orden Mundial* [en línea], 7 de mayo de 2019, Dirección URL: <https://elordenmundial.com/que-es-el-green-new-deal/>
 - Energía y Sociedad. “3.1. Tecnologías y costes de la generación eléctrica”, en *Manual de la energía: electricidad* [en línea], Dirección URL: <https://www.energiaysociedad.es/manual-de-la-energia/3-1-tecnologias-y-costes-de-la-generacion-electrica/>
 - Energía y Sociedad. “Insostenibilidad del sistema y vías de solución” en *Manual de la Energía*, [en línea], España, Dirección

URL:https://www.energiaysociedad.es/manenergia/1-6-insostenibilidad-del-sistema-energetico-y-vias-de-solucion/#_ftnref46

- Ford, “Ford Mustang Mach-E” en *Ford* [en línea], Dirección URL:<https://es.ford.com/suvs/mach-e/>
- Fuentes, Victoria. “General Motors presenta sus nuevas baterías para coches eléctricos: menos cobalto, más baratas y con autonomías de hasta 643 km.” en *Motorpasion* [en línea], 5 de marzo de 2020, Dirección URL: <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/general-motors-presenta-sus-nuevas-baterias-para-coches-electricos-cobalto-baratas-autonomias-643-km>
- Fuentes, Victoria. “General Motors y Ford arrinconan a los coches eléctricos: destinarán solo un 5% de su producción, según Reuters”, en *Motorpasion* [en línea], 27 de marzo de 2020, Dirección URL: <https://www.motorpasion.com/industria/general-motors-ford-arrinconan-a-coches-electricos-destinaran-solo-5-su-produccion-reuters>
- Fuentes, Victoria. “Tesla patenta una nueva celda de batería de iones de litio para aumentar la vida útil y hacer caer los costos.” en *Motorpasion* [en línea], 27 de abril de 2020, Dirección URL: <https://www.motorpasion.com/tesla/tesla-patenta-nueva-celda-bateria-iones-litio-para-aumentar-vida-util-hacer-caer-costos>
- Fuentes, Victoria. “Tesla vale más que Ford, y más que General Motors: ya es la empresa automovilística más cotizada en Wall Street.” en *Motorpasion* [en línea], 13 de abril de 2017, Dirección URL: <https://www.motorpasion.com/tesla/tesla-vale-mas-que-ford-y-mas-que-general-motors-ya-es-la-empresa-automovilistica-mas-cotizada-en-wall-street>
- Galán, David. “Todos los futuros Ford estarán electrificados: la marca ya ofrecerá este año 14 modelos, entre coches eléctricos e híbridos”, en *Motorpasion* [en línea], 25 de febrero de 2020, Dirección URL: <https://www.motorpasion.com/ford/todos-futuros-ford-estaran-electrificados-marca-ofrecera-este-ano-14-modelos-distintos>
- Hernández, Fernanda. “Transición energética, solución ante alza de costos de electricidad y gas: IEA” en *Energía hoy* [en línea], 21 de septiembre de 2021, Dirección URL: <https://energiayahoy.com/2021/09/21/transicion-energetica-solucion-ante-alza-de-costos-de-electricidad-y-gas-iea/>
- Hernández, Luis. “Los autos más vendidos en Estados Unidos” en *autocosmos* [en línea], 10 de enero de 2022, Dirección URL:

<https://noticias.autocosmos.com.mx/2022/01/10/los-autos-mas-vendidos-en-estados-unidos-durante-2021>

- Herráez, Mario. “Tesla batió su récord de ventas en 2021”, en *Autobild.es* [en línea], 4 de enero de 2022, España, Dirección URL: <https://www.autobild.es/noticias/tesla-batio-record-ventas-2021-990007>
- Iberdrola. “Sustainable Mobility”, en *Iberdrola* [en línea], Dirección URL: <https://www.iberdrola.com/sustainability/sustainable-mobility>
- IEA. “Global EV Outlook 2021”, en *IEA* [en línea], Dirección URL: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021?mode=overview>
- International Energy Agency. “Oil products final consumption by sector, World 1990-2019” en *Data & Statistics, IEA* [en línea], Dirección URL: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser?country=WORLD&fuel=Oil&indicator=OilProductsConsBySector>
- IRENA. *África* [en línea], Dirección URL: <https://www.irena.org/africa>
IRENA. *Energy Profile: Canada* [en línea], Dirección URL: https://www.irena.org/IRENADocuments/Statistical_Profiles/North%20America/Canada_North%20America_RE_SP.pdf
- IRENA. *Latin America and the Caribbean* [en línea], Dirección URL: <https://www.irena.org/lac>
- IRENA. *Renewable energy and electricity interconnections for a sustainable Northeast Asia* [en línea], IRENA, 2021, p. 28, Dirección URL: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/May/IRENA_Electricity_Intercconnections_NortheastAsia_2021.pdf
- Jones, Sarah J. “If electric cars are the answer, what was the question?”, Gales, *British Medical Bulletin* [en línea], 2019, 129:13-23, 7 de enero de 2019, Dirección URL: <https://academic.oup.com/bmb/article/129/1/13/5274656>
- Juárez, Mauricio. “General Motors EV1: Así fue el primer coche eléctrico fabricado en masa” en *Motorpasión México*, [en línea], 25 de mayo de 2018, Dirección URL: <https://www.motorpasion.com.mx/industria/general-motors-ev1-asi-fue-el-primer-coche-electrico-fabricado-en-masa>
- Malcomson, Scott. “How China Became the World's Leader in Green Energy” en *Foreign Affairs* [en línea], 28 de febrero de 2020, 8 pp. Dirección URL: <https://www.foreignaffairs.com/articles/china/2020-02-28/how-china-became-worlds-leader-green-energy>

- Martín Carretero, José Moisés. “El *Green New Deal* y las políticas del futuro” en *El País* [en línea], 14 de mayo de 2019, Dirección URL: https://elpais.com/elpais/2019/04/22/opinion/1555924343_085283.html
- Matulka, Rebecca. “The History of the Electric Car” en *Energy.gov* [en línea], septiembre 2014, Dirección URL: <https://www.energy.gov/articles/history-electric-car>
- Monforte, Javier. “Bosch prepara su próxima generación de baterías ion litio”, en *Ecomotion* [en línea], 27 de febrero de 2015, Dirección URL: <http://www.ecomotion.es/noticias/bosch-prepara-su-proxima-generacion-de-baterias-de-ion-litio-QvGKB>
- Moreno Almaraz, Armando. *Antecedentes y avances de la Transición Energética en el Siglo XXI* [en línea], INEEL, Dirección URL: <http://transicionenergetica.ineel.mx/Articulos/C2n2v2.pdf>
- MundoMotor, “Lista de Marcas de Coches Americanos”, en *MundoMotor* [en línea], Dirección URL: <https://www.mundodelmotor.net/lista-de-marcas-de-coches-americanos/>
- Murias, Daniel. “FCA pagará para contabilizar como suyos coches eléctricos de Tesla y reducir así su media de emisiones” en *Motorpasión* [en línea], 8 de abril de 2019, Dirección URL: <https://www.motorpasion.com/industria/fca-pagara-para-contabilizar-como-suyos-coches-electricos-tesla-reducir-asi-su-media-emisiones>
- Murias, Daniel. “Las 7 claves del éxito de Tesla, o cómo ha llegado a ser la referencia en eléctricos”, en *Motorpasión* [en línea], 26 de septiembre de 2018, Dirección URL: <https://www.motorpasion.com/tesla/las-7-claves-del-exito-de-tesla>
- Murias, Daniel. “Los alucinantes números del Tesla 3: 200.000 reservas y 200 millones de dólares en menos de 48 horas.” en *Motorpasión* [en línea], 6 de abril de 2016, Dirección URL: <https://www.motorpasion.com/tesla/los-alucinantes-numeros-del-tesla-3-200-000-reservas-y-una-facturacion-prevista-de-7-000-millones-de-dolares-en-menos-de-48-horas>
- Murias, Daniel. “Tesla vende coches eléctricos sin que mucha gente se haya sentado antes en uno. Estas son las claves de su éxito” en *Motorpasión* [en línea], 21 de enero de 2020, Dirección URL: <https://www.motorpasion.com/tesla/analisis-claves-exito-tesla-coches-electricos>

- Musk, Elon. [@elonmusk]. (1 de marzo de 2022). *Tesla has created over 50,000 US jobs.* [Tweet]. Twitter. <https://twitter.com/elonmusk/status/1498858611241635843?s=21>
- Naam, Ramez. “Investing in the energy transition”, *Singularity University*, Dirección URL: <https://www.youtube.com/watch?v=YI0VtxAbt40>
- Naciones Unidas. “¿Qué es el Protocolo de Kyoto?” en *UNFCCC* [en línea], Dirección URL: https://unfccc.int/es/kyoto_protocol
- Neetesuela. *Henry Ford y la producción en masa*, Dirección URL: <https://neetesuela.org/henry-ford-y-la-produccion-en-serie/>
- Net Zero 2050. *Leyes climáticas en Europa: Buenas prácticas en la gestión de cero emisiones netas (resumen)* [en línea], Febrero 2020, Dirección URL: https://www.ecologic.eu/sites/default/files/publication/2021/2154-ecf_governance_summary_spa_translation_v4.pdf
- Pardo, Pablo. “Biden convierte la transición a las energías limpias en la clave de su política económica” en *El Mundo* [en línea], 18 de febrero de 2021, Dirección URL: <https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/medio-ambiente/2021/02/18/602d2c6221efa0e11e8b459f.html>
- Peters, Adele. “A quick shift to electric vehicles could drive the Green New Deal forward”, en *Fast Company* [en línea], 25 de junio de 2019, Dirección URL: <https://www.fastcompany.com/90364228/a-quick-shift-to-electric-vehicles-could-drive-the-green-new-deal-forward>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). *Informe sobre la disparidad en las emisiones de 2019* [en línea], Nairobi, 2019, Dirección URL: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30798/EGR19E_SSP.pdf?sequence=17
- Puerto, Kote. “Si compras un Tesla hoy, ya no tendrás acceso a la recarga gratuita e ilimitada de los Superchargers”, en *Xataka* [en línea], 19 de enero de 2017, Dirección URL: <https://www.xataka.com/vehiculos/si-compras-un-tesla-hoy-ya-no-tendras-acceso-a-la-recarga-gratuita-e-ilimitada-de-los-superchargers>
- Quintero González, Julián Rodrigo, Quintero González, Laura Estefanía. “El transporte sostenible y su papel en el desarrollo del medio ambiente urbano” en *Revista Ingeniería y Región* [en línea], 2015, Dirección URL: https://www.researchgate.net/publication/320222146_El_transporte_sostenible_y_su_papel_en_el_desarrollo_del_medio_ambiente_urbano

- Ramos, Jaime. “2016 se ha despedido por todo lo alto para los eléctricos en Estados Unidos (especialmente para Tesla)”, en *Motorpasión*, 9 de enero de 2017, Dirección URL: <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/2016-se-ha-despedido-por-todo-lo-alto-para-los-electricos-en-estados-unidos-especialmente-para-tesla>
- Ramos, Jaime. “EEUU llega a los 100.000 coches eléctricos vendidos en 2016 superando por primera vez el 1% de cuota”, en *Motorpasión* [en línea], 5 de octubre de 2016, Dirección URL: <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/eeuu-llega-a-los-100-000-coches-electricos-vendidos-en-2016-superando-por-primera-vez-el-1-de-cuota>
- Reuters Staff. “Fiat Chrysler to pay Tesla hundreds of millions of euros to pool fleet” en *Reuters* [en línea], 6 de abril de 2019, Dirección URL: https://www.reuters.com/article/us-fiat-chrysler-tesla-eu/fiat-chrysler-to-pay-tesla-hundreds-of-millions-of-euros-to-pool-fleet-idUSKCN1RJ03I?_twitter_impression=true&utm_source=reddit.com
- Roca, José A. “Los cierres previstos de centrales de carbón en EE. UU. ya suman los 120 GW de capacidad” en *El Periódico de la Energía* [en línea], 19 de julio de 2021, Dirección URL: <https://elperiodicodelaenergia.com/los-cierres-previstos-de-centrales-de-carbon-en-eeuu-ya-suman-los-120-gw-de-capacidad/>
- Rooney, Katherine. “This is how the US energy market is shifting” en *World Economic Forum* [en línea], 25 de junio de 2021, Dirección URL: <https://www.weforum.org/agenda/2021/06/energy-us-market-shift/>
- S/A. “¿El fin de la gasolina? Biden alista plan para autos eléctricos”, en *Excelsior* [en línea], 25 de mayo de 2021, Dirección URL: <https://www.excelsior.com.mx/global/el-fin-de-la-gasolina-biden-alista-plan-para-autos-electricos/1450881?fbclid=IwAR066SH5AcT5wRNmbBpYZu4gK01iZq6rE1XMhknWGWdz--onhENprkSUzd8>
- S/a. “Arabia Saudita vs Rusia: la guerra de precios que hundió el valor del petróleo y las bolsas mundiales en medio de la crisis por coronavirus” en *BBC News Mundo*, [en línea], 9 de marzo de 2020, Dirección URL: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-51796524>
- S/a. “Autos eléctricos meten el acelerador, ¿qué explica su crecimiento?”, en *Deloitte*. [en línea], octubre 2021, Dirección URL: <https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/dnoticias/articulos/crecimiento-de-autos-electricos-en-mexico.html>

- S/a. “Japan pledges \$10 bln financial support for Asia’s energy transition” en *Reuters* [en línea], 21 de junio de 2021, Dirección URL: <https://www.reuters.com/business/sustainable-business/japan-pledges-10-bln-financial-support-asias-energy-transition-2021-06-21/>
- S/a. “La sostenibilidad crea valor para la economía y la sociedad” en *enel Green Power* [en línea], Dirección URL: https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/transicion-energetica/beneficios-sostenibilidad?fbclid=IwAR3cwMtEu9vZnRqY56E1Vs7CC7aUPaJ2uc1FVP3Ki10-SY_xjP3xwJephDo
- S/a. “Las energías renovables para la transición energética” en *enel Green Power* [en línea], Dirección URL: <https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/transicion-energetica/fuentes-renovables>
- S/a. “Módulo IX: Transporte sostenible”, en *Línea Verde* [en línea], Dirección URL: <http://www.lineaverdemunicipal.com/Guias-buenas-practicas-ambientales/es/c-transporte-sostenible-movilidad-ahorro.pdf>
- S/a. “Reaching net-zero will require \$5 trillion every year for the next 30 years, says BoA report” en *Finextra* [en línea], 15 de octubre de 2021, Dirección URL: <https://www.finextra.com/newsarticle/39034/reaching-net-zero-will-require-5-trillion-every-year-for-the-next-30-years-says-boa-report>
- S/a, “Rusia y Ucrania: cuánto depende el mundo del petróleo y el gas ruso (y cuál es la situación en América Latina)”, *BBC News Mundo* [en línea], 8 de marzo de 2022, Dirección URL: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-60653250>
- S/a. “The role of society in energy transitions” en *Nature Climate Change* 6 [en línea], núm. 539, 2016, Dirección URL: <https://www.nature.com/articles/nclimate3051>
- Sengupta, Somini. “El plan climático de Biden es un ambicioso intento por cambiar el papel de EE. UU. en el mundo” en *The New York Times* [en línea], 1 de febrero de 2021, Dirección URL: <https://www.nytimes.com/es/2021/02/01/espanol/biden-kerry-cambio-climatico.html>
- Sims Gallagher, Kelly. “The Net Zero Trap: Countries Need to reduce Emissions Now, Not Just in the Distant Future” en *Foreign Affairs* [en línea], 30 de septiembre de 2021, Dirección URL: <https://www.foreignaffairs.com/articles/2021-09-30/net-zero-trap>

- Smil, Vaclav. *Moore's Curse* [en línea], IEEE Spectrum, marzo 2015, Dirección URL: <https://spectrum.ieee.org/energy/renewables/moores-curse>
- The White House. "FACT SHEET: The Biden-Harris Electric Vehicle Charging Action Plan" en *WH.GOV* [en línea], 13 de diciembre de 2021, Dirección URL: <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/12/13/fact-sheet-the-biden-harris-electric-vehicle-charging-action-plan/>
- Todd, Felix. "Clean energy transition could cost just 10% of global fossil fuel subsidies, finds study" en *NS ENERGY* (en línea), 2 de agosto de 2019, Dirección URL: <https://www.nsenergybusiness.com/news/clean-energy-transition-fossil-fuel-subsidies/?fbclid=IwAR13Ec7z-LDasP1cXBhPyBcsfn875To8GELkfds2iC5VqBU-IZi0UfwZ2u4#>
- Tornel, Carlos; Villarreal, Jorge. *La Transición Energética en México: retos y oportunidades para una política ambientalmente sustentable y socialmente inclusiva* [en línea], noviembre 2017, 47 pp., Dirección URL: <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/mexiko/13901-20171211.pdf>
- U.S. Department of Energy. *Electric Vehicle Charging Station Locations*, Dirección URL: https://afdc.energy.gov/fuels/electricity_locations.html#/analyze?country=US&fuel=ELEC&ev_levels=all&show_map=true
- WWF. *Sustainable mobility*, Dirección URL: https://wwf.panda.org/projects/one_planet_cities/sustainable_mobility