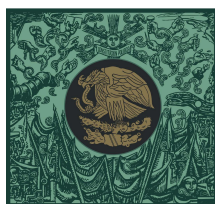


En contexto

Contaminación de
automóviles de
combustión interna y la
que generan los
híbridos y eléctricos

Mayo 2020



**CÁMARA DE
DIPUTADOS**
LXIV LEGISLATURA

CESOP

Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública

Contaminación de automóviles de combustión interna y la que generan los híbridos y eléctricos

Gabriel Fernández Espejel*

Preámbulo

El interés por conocer qué es más nocivo para el medio ambiente, si las emisiones de los vehículos de combustión interna o el desecho inadecuado de las pilas de los autos híbridos y eléctricos, así como su funcionamiento, no es una pregunta ociosa. Las regulaciones en China, Estados Unidos, Japón y Europa, donde se encuentran los principales fabricantes automotores en el mundo, enfrentan restricciones que se centran en favorecer la producción de medios de transporte con motores eléctricos que requieren pilas o que tengan un consumo menor de gasolina. El consecuente aumento en este tipo de movilidad traerá nuevos riesgos para el medio ambiente.

A este panorama de por sí complejo se suman factores como la lucha frente al calentamiento global, la obtención de minerales para la fabricación de las baterías que requieren los híbridos y eléctricos, la necesidad de un número mayor de estaciones de recarga, así como el correcto desecho de químicos peligrosos y tóxicos, o su probable reutilización.

Nuevas reglas para los fabricantes

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) advierte de la importancia del transporte en la actividad económica para el bienestar del ser humano, pero también de su aportación en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), las afectaciones a la salud y al medio ambiente que ocasionan. El PNUMA precisa que en la actualidad 95% del transporte utiliza combustibles fósiles como fuente de energía,

* Maestro en economía por la UNAM. Investigador del área de Estudios Sociales del CESOP. Líneas de investigación: gobierno, mercado, impuestos y energía. Correo electrónico: gabriel.fernandez@diputados.gob.mx

panorama que supone un riesgo latente. Las estimaciones del mismo organismo predicen que la flota vehicular se triplicará hacia 2050.¹

El Banco Mundial, por su parte, revela que 20.5% de las emisiones totales de CO₂ al medio ambiente provienen del sector transporte, sólo atrás de la contaminación que genera la producción de electricidad y calor que son de cerca de 50%.² El programa de las Naciones Unidas considera que la transición hacia una movilidad de bajas emisiones de CO₂ no sólo implica beneficios en el medio ambiente y en la salud de las personas, también genera nuevos empleos, nuevas empresas, infraestructura y avance tecnológico.³

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) señala el reto global de mantener los flujos de mercancía y de pasajeros, al mismo tiempo que se cumple con las Metas de Desarrollo Sustentable (MDS) en materia de cambio climático para el 2030.⁴ La ruta crítica que describe es la “decarbonización” del transporte, ya que 92% de la energía que consume proviene de combustibles fósiles; el petróleo y sus derivados energéticos aportan más de 40% de las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Finalmente, la OCDE puntualiza que en sus países miembros el transporte contabiliza 30% del total de los contaminantes en la atmósfera, mientras que en los no pertenecientes el porcentaje es de apenas 16.

El Consejo Internacional para el Transporte Limpio (ICCT, por sus siglas en inglés) reconoce que 80% de los vehículos ligeros nuevos que se venden en el mundo son sometidos a estándares en eficiencia de combustible y/o en emisiones contaminantes.⁵

¹ En Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, en <https://www.unenvironment.org/explore-topics/transport> (consulta: abril de 2020).

² Cifras para 2014 en consulta de la fuente estadística *Data* del Banco Mundial, en <https://data.worldbank.org/indicator/en.co2.tran.zs> (consulta: abril de 2020).

³ En Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, en <https://www.unenvironment.org/explore-topics/transport/why-does-transport-matter> (consulta: abril de 2020).

⁴ La OCDE precisa que el transporte sustentable se relaciona con al menos siete de las MDS. Cifras para 2017 de la Agencia Internacional de la Energía citadas en Foro Internacional para el Transporte y OCDE, *Panorama del Transporte 2019*, París, 2019, en https://www.oecd-ilibrary.org/transport/itf-transport-outlook-2019_transp_outlook-en-2019-en (consulta: abril de 2020).

⁵ Algunos de estos mercados son: la Unión Europea, Estados Unidos, China, Japón y México, en Zifei Yang y Anup Bandivadekar, “Light-duty vehicle greenhouse gas and fuel economic standards”, *ICCT 2017 Global Update*, en https://theicct.org/sites/default/files/publications/2017-Global-LDV-Standards-Update_ICCT-Report_23062017_vF.pdf (consulta: abril de 2020).

El ICCT precisa que existe congruencia entre el interés de disminuir la expulsión de gases de efecto invernadero y el avance en las normas.

El Consejo recalca la dificultad que existe para comparar a nivel internacional los esquemas mandatorios y sus alcances debido a las diferencias en las mediciones (que van desde los sistemas numéricos que se utilizan hasta la definición en el peso de los vehículos) y en las condiciones orográficas entre los países, las cuales influyen significativamente en los resultados de las pruebas de autos, camionetas y camiones ligeros.

La actualización del reporte del ICCT precisa que algunos países tienen las mismas especificaciones para vehículos de pasajeros y para los de trabajo o carga, como es el caso mexicano; por otro lado, señala que algunas demarcaciones llegan a endurecer las medidas ambientales más allá de las que fijan los gobiernos centrales, tal es la experiencia de California en Estados Unidos, cuando otras soberanías como Canadá y Arabia Saudita suscriben por decisión propia los reglamentos estadounidenses.

Las proyecciones del ICCT de 2017 prevén que el cumplimiento de los estándares en Canadá, Corea del Sur, China, Estados Unidos y Japón supondrán una reducción de 40 a 50% en GEI por kilómetro por vehículo nuevo de pasajeros; la disminución en la Unión Europea y Japón será de cuando más 40% (Tabla1). El consejo concluye su estudio al apuntar que normas más ambiciosos llevan a un mayor desarrollo tecnológico, el cual está lejos de alcanzar su límite en la industria automotriz, por lo que considera que las exigencias serán más elevadas en el futuro.

Tabla 1. Regulación y especificaciones para automóviles de pasajeros

<i>País o región</i>	<i>Año objetivo</i>	<i>Métrica regulada</i>	<i>Medida o meta</i>
China	2015 - 2025	Ahorro de combustible	6.9 L/100km - 4 L/100km
Corea del Sur	2015 - 2020	Ahorro de combustible - GEI	17 km/L o 140 gCO ₂ /km 24 km/L o 97 gCO ₂ /km
Estados Unidos	2016 - 2025	Ahorro de combustible - GEI	36.2 mpg ³ y 225 gCO ₂ /mi 55.2 mpg ³ y 147 gCO ₂ /mi
Japón	2015 - 2020	Ahorro de combustible	16.8 km/L - 20.3 km/L
México	2016	Ahorro de combustible - GEI	39.3 mpg o 140 g/km
Unión Europea	2015 - 2021	CO ₂	130 gCO ₂ /km - 5 gCO ₂ /km

Fuente: elaboración propia a partir de información en Zifei Yang y Anup Bandivadekar, "Light-duty vehicle greenhouse gas and fuel economic standards", *ICCT 2017 Global Update*, en https://theicct.org/sites/default/files/publications/2017-Global-LDV-Standards-Update_ICCT-Report_23062017_vF.pdf (consulta: abril de 2020).

Otro escrito de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos cita los Acuerdos de París para alertar que la meta de mantener el incremento promedio de la temperatura por debajo de 2 °C parece inalcanzable, debido a que sectores como el transporte continúan con registros incrementales en su actividad contaminante, así como por la insuficiencia de acciones concretas de mitigación en este sector.⁶ En igual documento, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) advierte que las emisiones de CO₂ provenientes del transporte se duplicarían en 2050 y que se triplicarían para 2100 si no se concretan nuevas políticas de control.⁷ La Agencia Internacional de la Energía (AIE) asegura que la contaminación que ocasiona la movilidad debe reducirse a 3 mil millones de toneladas de CO₂ en 30 años, si es que se quiere cumplir con el Acuerdo de París.

El Foro Internacional para el Transporte (ITF) y la OCDE señalan que se requiere de un marco más ambicioso a fin de recortar las emisiones dentro de la meta que fija la AIE,

⁶ En Foro Internacional para el Transporte y OCDE, *Panorama del Transporte 2019*, París, 2019, en https://www.oecd-ilibrary.org/transport/itf-transport-outlook-2019_transp_outlook-en-2019-en (consulta: abril de 2020).

⁷ Citado en *Idem*.

para lo cual se requiere fortalecer las políticas en transporte de carga y de pasajeros con restricciones a la circulación, costos de estacionamiento, expansión de transporte público, tecnologías de movilidad, planeación urbana, precios y consumos de combustibles fósiles, logística, transporte más eficiente e impulso a los vehículos eléctricos.⁸

El impulso del mercado y los compromisos ambientales

La OCDE señala que la electrificación de la movilidad se intensificó en la última década, lo que significa un camino viable en la reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Proyecciones de la misma organización y del Foro Internacional para el Transporte apuntan que este solo hecho significa una disminución de 30% en la meta de eliminación de contaminantes que se estableció en el sector para 2050.⁹

La firma de opinión pública y de estudios de mercado, Ipsos, considera que los *millennials* son el público objetivo ideal para los autos híbridos y eléctricos alrededor del mundo por su afición a la tecnología, que junto a los nuevos estándares en cuanto a eficiencia de combustible, llevan a que los principales fabricantes automotores proyecten un incremento sinigual en la producción de modelos híbridos que se enchufan y de eléctricos con batería recargable en los próximos años.¹⁰

Ipsos revela que el crecimiento en la producción de eléctricos que se dio en los primeros cinco años de 2010 resulta mayor que la que experimentó el desarrollo de híbridos al principio de 2000 cuando vivían su primer auge, los eléctricos llegaron a una cifra de alrededor de 120 mil unidades en 2015, mientras que los mixtos rebasaron 80 mil vehículos en circulación¹¹ (datos en la Unión Americana). La decisión de los consumidores por este tipo de tecnologías obedece principalmente a la facilidad de

⁸ Incluye híbridos, híbridos de conexión y eléctricos, en *Idem*.

⁹ *Idem*.

¹⁰ En Estados Unidos de América (EUA) el promedio de economía en el uso de combustible que se acordó para 2025 es de 54.5 millas por galón (23.17 km por litro, conversión del autor), en John Kiser y Essery Mark, "Is there a Target Market for Electric Vehicles", *Ipsos Point of View*, en https://www.ipsos.com/sites/default/files/2017-04/ipsos-marketing-target-market-electric-vehicles.PD_0.pdf (consulta: abril de 2020).

¹¹ Los autos híbridos incluyen los tradicionales que utilizan baterías y motor de combustión para su recarga y aquellos que lo hacen por medio de corriente eléctrica, en *Idem*.

recargarse en casa, a su mayor autonomía, a incentivos fiscales y por las menores restricciones a la circulación que los favorecen, en ese orden, revela la encuestadora.

La consultora Deloitte recuerda que 2017 fue un año icónico para los vehículos eléctricos e híbridos, pues en el mundo se vendieron un millón de automóviles; no obstante, anticipó que los fabricantes automotores colocarían más de 2 millones de unidades al siguiente año, posible gracias al creciente interés en el mercado chino por estas tecnologías, principalmente.¹²

El crecimiento exponencial en la venta de automóviles eléctricos lo explica la firma —tal como lo hace Ipsos— por medio de políticas y reglamentos ambientales, así como por la pujante demanda. En el primer tema, adelanta un crecimiento necesario en esta movilidad debido a que es la vía mejor constituida para alcanzar los términos establecidos en los diferentes países en relación con eficiencia energética y reducción de gases contaminantes (Tabla 2); cabe señalar que estas proyecciones se hicieron antes de conocer los efectos del coronavirus en la industria.

Tabla 2. Comportamiento y panorama en las ventas de automóviles híbridos y eléctricos en el mundo

Año	2017	2018	2020e	2025e	2030e
Ventas globales de vehículos eléctricos e híbridos	1 millón	2 millones	4 millones	12 millones	21 millones

e – esperado

Fuente: elaboración propia a partir de información en Deloitte, *New market. New entrants. New Challenges, Battery electric vehicles*, en <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/manufacturing/deloitte-uk-battery-electric-vehicles.pdf> (consulta: abril de 2020).

En cuanto a la demanda, considera que los incentivos en financiamiento, en materia fiscal, y las mayores concesiones para su movilidad son grandes aliados en sus ventas;¹³ por el contrario, estudios de mercado de Deloitte revelan que las preocupaciones de los compradores potenciales son: su autonomía, el mayor costo que se paga para tener

¹² Deloitte, *New market. New entrants. New Challenges, Battery electric vehicles*, en <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/manufacturing/deloitte-uk-battery-electric-vehicles.pdf> (consulta: abril de 2020).

¹³ Algunas de las principales ciudades europeas y asiáticas (París, entre ellas) han prohibido la circulación de vehículos de combustión interna a más tardar en 2030, en *Idem*.

acceso a estas tecnologías, falta de infraestructura para la recarga de baterías y el tiempo que requiere.

La firma inglesa considera que 2022 es un punto de inflexión, ya que es cuando las armadoras habrán reducido sus costos en la elaboración de eléctricos e híbridos en tal medida, que su precio se equiparará con el de los automóviles de combustión interna, por lo que se convertirán en una opción más atractiva para los consumidores.¹⁴

Las buenas noticias no son para todos, cálculos de Deloitte estiman que, con el ritmo actual de expansión, la capacidad de producción de las armadoras en el mundo será de 14 millones de unidades por encima de la demanda que existirá en 2030, lo que implica que no todas podrán subsistir en el mercado global. A fin de garantizar su participación en la industria, la firma prevé que requerirán mayores inversiones en tecnología y en el diseño de negocio; también se llegará a la fusión entre compañías o a la transformación de algunas armadoras en proveedoras.¹⁵

La OCDE y el IFT reconocen el papel que tienen los vehículos eléctricos en la lucha frente al calentamiento global, lo que explica el impulso que dan junto a la Declaratoria de París sobre Movilidad Eléctrica y Cambio Climático (EV30@30) para pasar de una participación de mercado de 2% en 2017 de estos modelos en el total de la flota en el planeta a 30% en 2030.¹⁶ El objetivo concreto es llegar a 400 millones de vehículos de dos y tres ruedas, y de 100 millones de unidades de cuatro en los siguientes 10 años, en concordancia con la AIE, que prevé que la cifra llegará a 130 millones en igual plazo; por su parte, la EV30@30 considera que la participación de los vehículos eléctricos de trabajo irá de 7% en 2030 a 47% en 2050.

¹⁴ *Idem.*

¹⁵ El futuro próximo que dibuja Deloitte puede experimentar ajustes significativos debido a que las armadoras en el mundo entero se encuentran entre los sectores que más efectos negativos están sufriendo ante la pandemia que originó la Covid-19.

¹⁶ En https://www.oecd-ilibrary.org/transport/itf-transport-outlook-2019_transp_outlook-en-2019-en (consulta: abril de 2020).

Contaminación de automóviles de combustión interna, híbridos y eléctricos

La Agencia para la Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) publica estudios sobre la contaminación promedio que emiten al medio ambiente los automóviles con motor a gasolina para pasajeros, ya sea por galón, por milla o anualmente (Tabla 3).¹⁷ A fin de obtener sus cálculos, parte de que el carbón que contiene el combustible se emite en 99% como bióxido de carbono a través de su quema, el 1% restante se propaga como monóxido de carbono o hidrocarburo, aunque inevitablemente al contacto con la atmósfera se transforma en CO₂.

Tabla 3. Promedio de carbón en combustibles y de emisiones en EUA

<i>Estándar</i>	<i>Sistema inglés</i>	<i>Sistema métrico</i>
Emisiones de CO ₂ por galón de gasolina	8.887 g de CO ₂ / galón	5.51 g de CO ₂ / litro
Emisiones de CO ₂ por galón de diésel	10.180 g de CO ₂ / galón	6.32 g de CO ₂ / litro
Emisiones de CO ₂ por milla	404 g	...por kilómetro: 251 g
Emisiones anuales de CO ₂ por vehículo	4.6 toneladas métricas	na

Conversión a partir de estándares de la EPA en EUA y de los de la Unión Europea, columna del sistema métrico con cálculos del autor, en <https://theicct.org/sites/default/files/info-tools/One%20table%20to%20rule%20them%20all%20v1.pdf> (consulta: abril de 2020).

Fuente: elaboración propia a partir de información en EPA, “Greenhouse Gas Emissions from a Typical Passenger Vehicle”, Washington DC, marzo de 2018, en <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi?Dockkey=P100U8YT.pdf> (consulta: abril de 2020).

En la Tabla 3 la EPA señala que es posible estimar las emisiones anuales de CO₂ por vehículo al considerar las emisiones por galón de gasolina, el promedio de eficiencia automotriz de 22 millas por galón y la media anual de conducción en los EUA de 11,500 millas por año (conversión al sistema métrico cuando aplica).

No obstante, reconoce que el CO₂ no es el único gas que emiten, su funcionamiento expulsa al medio ambiente metano (CH₄), óxido de nitrógeno (N₂O) e hidrofluorocarbono (HFC); aunque sus montos son menores en comparación con el CO₂, su efecto en el calentamiento global es mayor. El potencial contaminante del CH₄ es 25 veces mayor que el del CO₂; el del N₂O es 298 más alto, y el del HFC lo supera 1,430 veces.¹⁸

¹⁷ La EPA señala que los autos de gasolina son lo más comunes en la Unión Americana, en EPA, “Greenhouse Gas Emissions from a Typical Passenger Vehicle”, Washington D.C., marzo de 2018, en <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi?Dockkey=P100U8YT.pdf> (consulta: abril de 2020).

¹⁸ *Idem.*

Aunque alrededor de 95% de las emisiones de un vehículo son CO₂ y entre 1 y 5% restante se distribuye entre los tres gases que se mencionan, la EPA puntualiza que resulta imposible determinar sus porcentajes exactos, ya que la variabilidad es muy alta entre los diferentes modelos de autos, además de las condiciones de manejo y geográficas diversas.

La agencia ambiental estadounidense desarrolla el mismo ejercicio para los eléctricos, híbridos y aquellos que funcionan a base de hidrógeno. Los primeros no emiten ningún gas por sus escapes, los que operan con hidrógeno expulsan únicamente vapor de agua, mientras que el análisis de los híbridos resulta más enmarañado debido a que su movilidad la pueden llevar a cabo por el uso de combustible, de electricidad o de ambos.

Añade que cuando el híbrido opera sólo con gasolina es posible determinar sus emisiones contaminantes, pero cuando funciona a partir de la batería y el combustible, sólo se pueden conocer sus emisiones si existe información detallada sobre el motor híbrido y las condiciones de manejo, lo que hace prácticamente inviable calcular las emisiones promedio.¹⁹

Otro de los factores que se debe considerar, externa la agencia, es la contaminación que supone el llevar la gasolina y la electricidad a los puntos de distribución para los vehículos, así como los gases de efecto invernadero que se agregan en los procesos de producción, sobre todo para aquellos puntos donde se cargan las baterías a través de la red eléctrica; aunque en el caso de la gasolina el proceso va desde la obtención del petróleo, su refinación y traslado, hasta su comercialización.

Bajo esta perspectiva, la EPA y el Departamento de Energía en Washington D.C. distribuyen guías geográficas que le permiten a la población de ese país conocer las emisiones de GEI que se asocian al combustible y a la electricidad que utilizan sus automóviles. Asimismo, han diseñado un etiquetado que favorece la valoración entre autos nuevos a gasolina, híbridos y eléctricos. La Tabla 4 expresa esta información.

Tabla 4. Comparativo entre vehículos nuevos* a gasolina, híbridos y eléctricos

¹⁹ EPA, "Greenhouse Gas Emissions...", *op. cit.*

Tecnología	Eficiencia del motor en ciudad y carretera (millas por galón)		Costo anual por uso de combustible (dólares)	Ahorro en (dólares) en los primeros cinco años de uso frente al promedio	Calificación en relación con la eficiencia en el uso de combustible y GEI
Gasolina	26		2150	1,850	7
Híbrido	Gasolina 38	Eléctrico 98	900	8,100	10
Eléctrico	99		600	9,600	10

* Incorpora modelos 2018, 2019 y 2020.

Fuente: elaboración propia a partir de información del Departamento de Energía y la EPA, en <https://www.fueleconomy.gov/feg/Find.do?action=bt2> (consulta: abril de 2020).

Al observar este comparativo se debe tener en consideración que la información que vierten las autoridades estadounidenses (Tabla 4) contempla que en los automóviles a gasolina los datos corresponden a una camioneta SUV pequeña; en el caso de los híbridos incluye únicamente los que se conectan, ya que los que combinan el uso de gasolina recargan la batería con el movimiento que proviene del uso del combustible y los sitúa en la primera categoría; finalmente, en eléctricos, al igual que híbridos, aporta información para autos medianos.

En las comparaciones en términos económicos utiliza los promedios de uso de los autos en la Unión Americana con un precio de gasolina de 3.70 dólares por galón estadounidense, que con un tipo de cambio de 25 pesos por dólar equivaldría a 20.34 pesos por litro. Por su parte, la calificación que asigna en la eficiencia en el uso de combustible y emisión de GEI está dentro de una escala de 1 a 10, donde la mejor asignación en modelos 2020 es para valores iguales o mayores a 44 millas por galón y de 0 a 204 gramos de CO₂ por milla.

El destino final de las pilas y las emisiones de la industria automotriz

Ningún automóvil eléctrico, híbrido o de combustión fósil se salva de la huella ecológica que deja su proceso de fabricación. La marca de carbón (o ecológica) que supone la producción de un auto nuevo es tan preocupante como la que genera su manejo. El periódico inglés *The Guardian* enfatiza que mientras más lujoso y equipado sea el auto mayor es su rastro de contaminación. La elaboración de un compacto puede suponer un lastre de 6 toneladas de CO₂ en el medio ambiente, la de un modelo de gama media es

de alrededor de 17 toneladas, mientras que el aporte negativo de una camioneta de lujo equivale a 35 toneladas de CO₂.²⁰

El diario puntualiza que a estas cifras falta añadirles efectos contaminantes de la huella ambiental que dejan los procesos administrativos, de mercadeo y de tecnologías de la información y comunicación que no están directamente vinculados al proceso de ensamblaje. Por el contrario, señala que en el proceso de manufactura la parte correspondiente a la extracción de metales es la que más contribuye con la huella ambiental (33%), le sigue la etapa de armado con 12%, mientras que el menor podría ser el del traslado de los empleados a la planta (sin información específica).²¹

El análisis del daño ambiental de la elaboración de las baterías en los híbridos y eléctricos, así como el de su desecho al final de su vida útil es difícil de calcularse. En una revisión sobre los datos que publica la alemana Volkswagen (VW), el sitio de internet especializado en medio ambiente, Treehugger,²² determina que con el transcurrir de los primeros 20 mil kilómetros de su modelo eléctrico eGolf se compensa la mayor huella ecológica que deja en comparación con la de su versión a diésel; el mayor rastro que debe subsanar el eléctrico obedece, básicamente, a la producción de la pila.²³

Treehugger señala en favor de las pilas: que éstas tienen una elevada durabilidad que permite una movilidad sustentable por un periodo más largo, además su ciclo de vida contempla el adecuado desecho de sus componentes y la recuperación de materia prima que se puede reutilizar para obtener otras nuevas como el níquel, manganeso, cobalto y litio (a cargo de algunos fabricantes para la industria automotriz).²⁴

²⁰ Los modelos que presenta el artículo son: Citroen C1, Ford Mondeo y Land Rover Discovery, en Mike Berners-Lee y Duncan Clark, "What's the carbon footprint of a new car?", *The Guardian*, nota publicada el 23 de septiembre de 2010, en <https://www.theguardian.com/environment/green-living-blog/2010/sep/23/carbon-footprint-new-car> (consulta: mayo de 2020).

²¹ *Idem*.

²² Loyd Alter, "Why electric cars won't save us: it takes years to pay off the upfront carbon emissions", *Treehugger*, nota publicada el 19 de febrero de 2020, en <https://www.treehugger.com/cars/why-electric-cars-wont-save-us-it-takes-years-pay-upfront-carbon-emissions.html> (consulta: mayo de 2020).

²³ Cifras de VW revelan que el daño ambiental en términos de CO₂ de las baterías representa más de 40% del total del resto de los materiales que se utilizan en la producción del eGolf; la huella ecológica del acero que utiliza es menor a 20%, en *Idem*.

²⁴ *Idem*.

El sitio menciona que la alemana, al igual que otras armadoras, intentan seguir los pasos de Tesla (líder y pionero en autos eléctricos) para disminuir la huella ecológica que deja la fabricación de pilas con la incorporación de un material que se conoce en la industria como “polvo verde”, que facilita la reutilización de materiales o en prácticas que emprende como la de la generación de electricidad en las estaciones de recarga únicamente a partir de energía solar.

La mayoría de los fabricantes de modelos eléctricos e híbridos tienen presente la importancia para el medio ambiente de la reutilización de materiales de las pilas; pero el uso de éstas va más allá de la industria automotriz: su uso se propaga en redes de electricidad en ciudades pequeñas, trenes, bicicletas e, incluso, en grúas para el manejo de contenedores, áreas que deberán preocuparse, por igual, por la reutilización de materiales.

La investigación científica no sólo comprende estudios para una mejor y mayor reincorporación de minerales de las pilas desechadas, también centra sus esfuerzos en las condiciones que presenta tras su vida de uso a fin de incorporar nuevas tecnologías que aumenten su vida útil y que le agregan eficiencia desde el principio hasta el final de su ciclo, como son los ultra-capacitores.

Sin embargo, ante el crecimiento que se tiene proyectado para los vehículos híbridos y eléctricos, es aún incierto si estas acciones serán suficientes para el manejo de los volúmenes de desechos tóxicos que trae consigo su fabricación, así como si la capacidad para su reutilización y reciclaje bastarán, ya que la mayoría de estos proyectos son pequeños, experimentales o alternativos aun cuando los ejecutan compañías globales.²⁵

²⁵ Los esfuerzos en la materia son muchos: reutilización de las pilas de autos para almacenamiento de energía en casas habitación, uso de hongos y materia orgánica para facilitar el reciclaje, en fabricación de celdas solares, obtención de componentes de llantas usadas para la elaboración de pilas, composición de circuitos cerrados de TV a partir de pilas viejas, entre otros, en <https://www.treehugger.com/> (consulta: mayo de 2020).

Al final

El número de pilas que existirá debido al crecimiento exponencial de los híbridos y eléctricos (aún con su reúso y reciclaje) y la contaminación de los vehículos de combustión por su funcionamiento y fabricación (esto último aplica por igual para los autos con otras tecnologías) lleva a pensar que no hay movilidad más amigable con el medio ambiente que caminar a nuestros destinos próximos, pedalear la bicicleta en distancias medias y utilizar transporte público en transferencias más largas.

Otra incógnita que permea en el ambiente es en relación con los estragos que la pandemia de Covid-19 infringe en la industria automotriz, que seguramente alterará los pronósticos de fabricación y venta de autos eléctricos e híbridos en el mundo, así como los procesos de fusión de las armadoras y de conversión de negocio entre los participantes. Resta esperar que los buenos augurios que suponen las tecnologías verdes no se reviertan.