



El trimestre económico

ISSN: 0041-3011

ISSN: 2448-718X

Fondo de Cultura Económica

Campos Romero, Hugo; Rodil Marzábal, Óscar  
Las dos caras de la inserción de México en la cadena de valor  
automotriz: dimensión económica e impacto medioambiental\*  
El trimestre económico, vol. LXXXVIII(4), núm. 352, 2021, Octubre-Diciembre, pp. 1153-1187  
Fondo de Cultura Económica

DOI: <https://doi.org/10.20430/ete.v88i352.1237>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31369558007>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

UAEH [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

Sistema de Información Científica Redalyc  
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso  
abierto

Las dos caras de la inserción de México  
en la cadena de valor automotriz:  
dimensión económica e impacto medioambiental\*

Two sides of Mexico's insertion in the automotive value chain:  
Economic dimension and environmental impact

*Hugo Campos Romero y Óscar Rodil Marzábal\*\**

ABSTRACT

The Mexican automotive sector—integrated into the regional value chain of North America, led by the United States—is characterized by performing mainly manufacturing tasks, which limits its value-added contribution. However, this does not imply that the environmental impact resulting from these tasks is proportional to the value it generates. The paper aims to analyze this dual dimension of the Mexican automotive sector, by describing both its productive structure and its environmental impact related to its foreign trade flows. The results reveal uneven participation in the regional value chain depending on whether Mexican value-added exports are considered in monetary or emission terms, which exhibits a greater contribution in terms of emissions than in value compared to the United States.

\* Artículo recibido el 8 de enero de 2021 y aceptado el 14 de junio de 2021. Los autores agradecen el apoyo financiero de la Agencia Estatal de Investigación del Gobierno de España en el marco del proyecto de investigación “La estrategia europea para una economía circular: un análisis jurídico prospectivo y cambios en las cadenas globales de valor” (Ref. ECO2017-87142-C2-1-R), así como del Fondo Europeo para el Desarrollo Regional y de la Xunta de Galicia (Ref. ED431C 2018/23). Asimismo, agradecen a la Consellería de Cultura, Educación y Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia por la ayuda recibida a través del programa de apoyo a la etapa predoctoral (Ref. ED481A-2019/108). Por último, desean agradecer a los revisores anónimos por sus valiosos comentarios. Los errores u omisiones son responsabilidad de los autores.

\*\* Hugo Campos Romero, Departamento de Economía Aplicada, Centro Interdisciplinar de Investigación en Tecnologías Ambientales (CRETUS) y Grupo Icede (Innovación, Cambio Estructural y Desarrollo), de la Universidade de Santiago de Compostela, España (correo electrónico: hugo.campos.romero@usc.es). Óscar Rodil Marzábal, Departamento de Economía Aplicada, CRETUS y Grupo Icede, de la Universidade de Santiago de Compostela, España (correo electrónico: oscar.rodil@usc.es).

*Keywords:* Mexico; automotive sector; value chain; value-added exports; emissions.

*JEL codes:* F14, F23, O11, Q51.

## RESUMEN

El sector automotriz mexicano —integrado en la cadena de valor regional de América del Norte, liderada por los Estados Unidos— se caracteriza por desempeñar principalmente tareas de carácter manufacturero, lo que limita su aportación en términos de valor agregado. Sin embargo, ello no implica que el impacto medioambiental generado por dichas tareas sea proporcional al valor que aporta. El objetivo de este trabajo es analizar esta doble vertiente del sector automotriz mexicano, mediante la caracterización tanto de su estructura productiva como de su impacto medioambiental relativo a sus flujos comerciales exteriores. Los resultados revelan una participación desigual en la cadena regional de valor según las exportaciones de valor agregado mexicanas se consideren en términos monetarios o de emisiones, lo que manifiesta una mayor aportación en términos de emisiones que de valor en comparación con los Estados Unidos.

*Palabras clave:* México; sector automotriz; cadena de valor; exportaciones de valor agregado; emisiones. *Clasificación JEL:* F14, F23, O11, Q51.

## INTRODUCCIÓN

La industria automotriz mexicana alcanzó en 2019 el sexto puesto en el *ranking* mundial de producción de turismos y vehículos comerciales, de acuerdo con la Organización Internacional de Fabricantes de Vehículos a Motor (OICA); casi duplicó la producción del año 2000 (en unidades) y generó 20% del empleo manufacturero, según cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). En el ámbito comercial, dicha industria se encuentra plenamente integrada en la cadena regional de valor automotriz, que está conformada por las tres economías de América del Norte (Factoría Norteamérica),<sup>1</sup> aunque también con cierta participación de otros

<sup>1</sup> Las denominaciones Factoría Norteamérica, Factoría Asia y Factoría Europa fueron empleadas por Baldwin (2006 y 2012) para referirse al carácter predominantemente regional de las cadenas globales de valor (CGV), lo cual se manifiesta, entre otros aspectos, en un elevado grado de concentración del comercio mundial de mercancías y productos intermedios dentro de los bloques económicos regionales.

países. Además, se posicionó en 2019 como la cuarta economía exportadora de vehículos a nivel global (en valor), sólo por detrás de los Estados Unidos, Japón y Alemania, de acuerdo con Trade Map (s. f.).

Un elemento clave en el desarrollo de la industria mexicana de autopartes fue la integración de México en el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) a partir de 1994, lo cual situó al país como un receptor relevante de inversiones extranjeras. Sin embargo, a pesar de la importancia del sector automovilístico mexicano en su comercio exterior, cuando ésta se mide en términos de valor agregado, su aportación se ve prácticamente reducida a la venta de autopartes y a la realización de tareas de ensamblaje.

Dentro de esta cadena, se puede afirmar que México se ha especializado en las fases de menor generación de valor agregado. Por ello, la aportación al producto interno bruto (PIB) mexicano del sector del motor (3.6% en 2019, de acuerdo con el INEGI)<sup>2</sup> es relativamente baja, sobre todo cuando se compara con su importante aportación a la balanza exportadora de México (26% en 2019, según el INEGI) y con su importancia en el mercado laboral (21% del empleo manufacturero).

En este contexto, México se ha adentrado en el nuevo Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (TMEC), que, entre otros aspectos, apuesta por incrementar el contenido de valor agregado regional en las exportaciones automovilísticas. Al mismo tiempo, los Estados Unidos han retomado viejas recetas de corte proteccionista, en una especie de huida hacia un neomercantilismo que busca reducir su dependencia de las economías asiáticas, especialmente de China.

Desde la crisis financiera de 2008, los principales indicadores muestran que el intenso proceso globalizador, característico de las décadas anteriores, se está desacelerando. A ello se suma la crisis pandémica de la Covid-19, que ha provocado el desabastecimiento de ciertos bienes intermedios y puede llegar a acentuar todavía más esta tendencia. De hecho, desde diversos ámbitos se vaticina que, tras la pandemia, algunas cadenas globales de producción se reestructurarán, al introducir un criterio de proximidad para retornar a sus economías domésticas y así garantizar el suministro de recursos en caso de que una situación adversa similar vuelva a suceder.

<sup>2</sup> El conjunto de la industria manufacturera aportó en torno a 17% del PIB.

De forma paralela a estos procesos, en el contexto global actual ha adquirido fuerza un aspecto que ocupaba generalmente un segundo plano, pero que ha obtenido cada vez mayores importancia y atención: el problema medioambiental, que genera una creciente preocupación en la sociedad actual. Desde una perspectiva económica, se ha puesto de manifiesto la necesidad de un cambio estructural del modelo productivo lineal.<sup>3</sup> Si bien es cierto que en este modelo se han generado tasas de crecimiento históricas, ello ha derivado no sólo en el deterioro de las condiciones medioambientales, sino que también ha afectado la disponibilidad y la calidad de los recursos naturales, cada vez más escasos y, por lo tanto, más costosos y de difícil acceso.

Aunque el TMEC incluye un capítulo relativo a determinadas consideraciones medioambientales, se muestran insuficientes ante los nuevos retos globales desde esta perspectiva particular. Esto es a pesar de que instituciones como la Organización de las Naciones Unidas (ONU) o la Unión Europea (UE) dedican cada vez más esfuerzos a diseñar estrategias y adoptar medidas que permitan reducir el impacto medioambiental de la actividad humana e integrarse con políticas que generen al mismo tiempo crecimiento económico.

En este sentido, destacan los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) incluidos en la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, y el Plan de Acción Hacia una Economía Circular de la UE. Los ODS son un plan compuesto por 17 objetivos que pretenden alcanzar una situación de paridad en las condiciones de vida de todas las personas. Se incluyen varios objetivos de carácter medioambiental, como la promoción de producción y consumo responsable, el uso de energía renovable, el desarrollo de ciudades sostenibles, la acción por el clima y las acciones por la vida en la tierra y en el mar.

Por su parte, el Plan de Acción Hacia una Economía Circular de la UE fue puesto en marcha en 2015<sup>4</sup> con el objetivo de acelerar el tránsito hacia una economía circular<sup>5</sup> de los países miembros de la UE, y así garantizar un crecimiento económico sostenible y generar nuevos puestos de trabajo.

<sup>3</sup> El modelo productivo lineal hace referencia al modelo “de usar y tirar” predominante en la actualidad, en el que lo producido tiene un final y termina saliendo del ciclo productivo. En este sentido, se caracteriza por la sucesión de etapas que normalmente atraviesan los materiales a lo largo del ciclo productivo: extracción de nueva materia prima, transformación, venta, consumo y desechado.

<sup>4</sup> Este plan de acción está compuesto por 54 medidas que desde entonces continúan desarrollándose. Actualmente, se han adoptado políticas relativas al mercado de fertilizantes, a la mejora de las garantías de los productos y al tratamiento legal y el comercio de residuos peligrosos (con la finalidad de facilitar su recuperación y comercialización en mercados secundarios).

<sup>5</sup> La economía circular puede definirse como un modelo económico regenerativo en el que los

A la luz de los objetivos propuestos por estas medidas, la dinámica actual de las CGV resulta en gran medida contradictoria, ya que, aunque éstas permiten lograr niveles de eficiencia sin precedentes, en términos medioambientales acostumbran a localizar las actividades productivas más dañinas para el medio en los países en desarrollo. Además, estas tareas son generalmente las que menor valor económico generan.

Sin embargo, a pesar del impacto del comercio internacional sobre el medio ambiente, ni la Agenda 2030 ni el plan de la UE por una economía circular otorgan protagonismo a esta dimensión. Ello se debe, en parte, a la escasez de materias primas esenciales en los países desarrollados, entre las que se incluyen numerosos metales imprescindibles para la fabricación de tecnología de punta. Tal carencia ocasiona una fuerte dependencia para las economías desarrolladas en las importaciones de estos recursos. Al mismo tiempo, las empresas trasnacionales obtienen provecho de las ventajas que ofrece la fragmentación productiva internacional, lo que deslocaliza las tareas de menor generación de valor, ahorra costos e incrementa su eficiencia gracias al bajo costo de los medios de transporte.

La industria automotriz de México no es ajena a este conjunto de consideraciones. Como se ha señalado, la CGV en la que se integra está liderada por compañías estadounidenses. En este sentido, la mayor parte de las ganancias obtenidas permanece en la sede, mientras que las tareas realizadas en territorio de México se caracterizan por aportar escaso valor agregado al conjunto de la cadena. Sin embargo, ello no implica que el daño medioambiental de las actividades productivas que se desarrollan en México sea proporcional al valor agregado que generan.

El objetivo de este trabajo es doble. En primer lugar, se caracteriza la industria automovilística mexicana en el marco de la cadena regional de valor en la que se encuentra integrada en una perspectiva comparada con sus principales socios comerciales. En segundo lugar, se realiza una estimación del impacto medioambiental de la producción automovilística mexicana orientada al comercio exterior, también en contraste con el impacto generado por sus principales socios. Con ello se pretende poner en relieve el contrapeso medioambiental desprendido del modo de inserción productivo de la economía mexicana en la cadena automotriz global.

productos son diseñados con base en su durabilidad y potencialidad de reciclaje y reutilización. En una economía circular, los materiales circulan continuamente por el sistema y evitan la generación de residuos (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

La novedad de esta investigación radica en el contraste del desempeño monetario con el medioambiental de la industria automotriz mexicana dentro de la cadena regional de valor en la que está insertada; se centra en las emisiones que se vinculan con la producción de vehículos y no con su uso. En este sentido, cabe destacar la escasez de referencias específicas en la literatura sobre el impacto medioambiental de la producción automovilística, ya que la mayor parte de los trabajos se centra en el impacto derivado del uso de los medios de transporte.

El trabajo consta de cinco secciones, además de esta introducción. La sección I incluye una revisión de la literatura sobre el fenómeno de las CGV y la inclusión de la dimensión medioambiental en el estudio de la producción automovilística. En la sección II se describe el método empleado para el análisis del comercio en valor agregado y su extensión a la dimensión medioambiental. En la sección III se presentan y discuten los principales resultados. En la sección IV se analiza el impacto medioambiental de esta industria en el contexto de la cadena regional de valor. Finalmente, en la sección V se abordan las principales conclusiones.

## I. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Con la finalidad de realizar una revisión de la literatura sobre el objeto de estudio, la presente sección se divide en dos partes. En la primera se revisan las principales aportaciones relativas al funcionamiento de las CGV, y, en especial, su papel en relación con el sector automotriz mexicano. En la segunda se analizan las contribuciones más relevantes sobre el impacto medioambiental del comercio y, en particular, de la producción automovilística.

Sobre este último aspecto, cabe destacar la escasez de referencias específicas, ya que la mayor parte de las investigaciones que estudian el impacto del sector automotriz se centra en el cómputo de las emisiones derivadas del uso de los vehículos y no en las originadas por su propia producción.

Por su relación con este tema, aunque no se refieren específicamente a la industria automotriz, cabe mencionar los trabajos de Aroche Reyes (2000) y de Ruiz Nápoles (2011). En el primer caso, mediante el modelo insumo-producto, se estudiaron las modificaciones en la estructura de las emisiones contaminantes generadas por la industria manufacturera de México entre 1980 y 1993. Entre sus conclusiones, Aroche Reyes (2000) encuentra que,

con la liberalización, la economía mexicana se ha especializado en industrias menos contaminantes; en particular, la de equipos de transporte pasó de estar incluida en el grupo de ramas de contribución media a las emisiones tóxicas manufactureras en 1980 a integrarse en el grupo de ramas de contribución baja en 1993.

Por su parte, Ruiz Nápoles (2011) analiza las consecuencias de las emisiones de gases de efecto invernadero en precios y cantidades de la producción de cada una de las ramas económicas que integraban la matriz de insumo-producto de México en 2003. Las conclusiones de su trabajo apuntan a la fabricación de equipo de transporte como una de las ramas que mayor importancia tienen por sus relaciones con el resto, aunque sin alcanzar un peso destacable en cuanto a la transmisión de efectos contaminantes.

### *1. La inserción del sector automotriz de México en las CGV*

La industria automotriz mexicana comenzó su recorrido en el segundo cuarto del siglo xx con la instalación de una línea de montaje de Ford, a la que siguieron inversiones de otras compañías en los años sucesivos. Sin embargo, no fue hasta la década de los sesenta, en coincidencia con el desarrollo industrial del país, cuando se inició el verdadero crecimiento de este sector con el amparo de una serie de medidas proteccionistas, cuyo fin era aumentar el valor de la producción nacional en la fabricación de vehículos, y que derivaron en productos de alto costo y baja calidad (Miranda, 2007).

Debido a ello, el volumen de exportaciones de vehículos nacionales era muy bajo y —hasta que se produjo un cambio en la política comercial en torno a la década de los ochenta— las únicas exportaciones destacables fueron las de autopartes. Éstas aún siguieron representando en valor más de la mitad de las exportaciones mexicanas de la industria automotriz en los siguientes años —véase Miranda (2007: 218)—. A pesar de semejante cambio de rumbo, el factor más relevante en cuanto a la evolución del sector en México fue la firma del TLCAN, que incrementó notablemente las relaciones comerciales con los Estados Unidos y Canadá (Basurto Álvarez, 2013).

La apertura comercial que conllevó la firma del TLCAN resultó en un proceso de cambio tecnológico y de mayor integración económica. Sin embargo, México continuó siendo atractivo como destino de inversión extranjera directa (IED), debido en gran medida a los bajos costos de mano de obra y a características inherentes de la industria automotriz (como los



altos costos de transporte de la importación de determinadas autopartes de ultramar). Desde la firma del TLCAN, la industria automovilística mexicana se enfocó rápidamente en el mercado exterior, si bien a costa de una importante dependencia del mercado estadounidense (Badillo Reguera y Rozo Bernal, 2019).

La industria automotriz mexicana está sometida a la lógica de las CGV. Éstas se refieren a extensas redes productivas globales en las que participan varios productores, cada uno especializado en una única fase de la cadena de valor. Las grandes compañías trasnacionales suelen actuar como líderes de la cadena, al coordinar las distintas actividades que la conforman (Gereffi, 2001). La fragmentación de la producción puede ocurrir con dos modelos diferenciados: bien bajo una organización basada en el establecimiento de filiales en el extranjero (cadena de valor dirigida por productores) o bien organizada mediante subcontrataciones (cadena de valor dirigida por compradores) (Gereffi, 1994 y 2001).

A pesar de que el sector automovilístico se organiza con la lógica de las CGV, sucede en su caso particular que la mayor parte de las relaciones comerciales ocurre en ámbitos regionales determinados. Así, es posible identificar tres grandes regiones con importantes eslabonamientos internos: Europa, Asia y América (Sturgeon, Memedovic, Van Biesebroeck y Gereffi, 2008). Esta regionalización de la industria automotriz se debe en parte a determinadas características del sector (elevados costos de transporte de equipos terminados, diferentes gustos en cada mercado final, etc.). Sin embargo, ello no impide que algunas autopartes se produzcan globalmente, fuera de la región predominante.

Desde una perspectiva de costo medioambiental, el transporte de vehículos entre regiones lejanas no sólo implica importantes costos de carácter económico, sino también en términos de emisiones. Ello conlleva a que la opción de producción más eficiente desde varias perspectivas sea la regionalizada con ventas destinadas, principalmente, a la misma región (Nieuwenhuis, Beresford y Choi, 2012).

Generalmente, la empresa líder se ocupa de coordinar las actividades diseminadas geográficamente y mantiene en la sede aquellas de mayor generación de valor. Estas últimas suelen corresponder con las fases iniciales —actividades de investigación y desarrollo (I+D) y el diseño de productos— y finales —mercadotecnia, servicios de ventas—. La producción y el ensamblaje constituyen las actividades con menor aportación de valor y

generalmente se sitúan en zonas donde las compañías líderes obtienen algún tipo de ventaja competitiva (como menores costos laborales, menores riesgos y proximidad a recursos clave o a mercados finales). Este comportamiento se explica mediante el modelo de la denominada “curva de la sonrisa” (Shih, 1992), que representa la relación entre las diferentes etapas de la cadena de valor y su impacto en términos de generación de valor agregado.

El tipo de relación concreta entre una compañía líder y sus proveedores depende en gran medida de las capacidades de éstos, las cuales determinarán la clase de tareas que ejecutarán en la cadena de valor. En función de la complejidad de dichas tareas, se establecerá uno u otro tipo de relación de gobernanza entre el líder y cada proveedor.

Así, mientras más compleja y difícil de replicar sea la tarea, más colaborativo será el trato entre ambos (este tipo de proveedores, imprescindible para la compañía líder, tendrá un peso relevante en cuanto a la aportación de valor en la CGV en la que participa). Sin embargo, mientras más estandarizado sea el proceso —considérense, por ejemplo, tareas productivas simples, con bajo grado de conocimiento tácito o en funciones de ensamblaje—, más jerárquica será la relación entre líder y proveedor (Gereffi, Humphrey y Sturgeon, 2005; Gereffi, 2014), el cual realizará tan sólo una pequeña aportación al valor generado en la cadena y, de no mantenerse competitivo, podrá ser fácilmente sustituido por otro productor.

Esta clasificación de tipos de gobernanza no es fija ni inamovible en el tiempo. La relación entre las compañías líderes y los proveedores es dinámica y puede cambiar a medida que éstos desarrollan nuevas capacidades. De este modo, pueden escalar a lo largo de la cadena, pasando a realizar tareas que generan un mayor valor. En la literatura sobre las CGV, tales procesos se denominan *upgrading*, escalamiento o mejora. El intercambio tecnológico y de conocimientos entre las compañías líderes y los proveedores —en ocasiones imprescindible para deslocalizar exitosamente determinadas tareas— genera importantes oportunidades de escalamiento para los proveedores de la cadena de valor.

A nivel teórico, existen varias clasificaciones en función de qué aspecto sufre modificaciones en la empresa, si bien en la práctica suelen ocurrir combinaciones de cambios —por ejemplo, tanto en el producto como en el proceso productivo— (Gereffi y Lee, 2016; Humphrey y Schmitz, 2002). Asimismo, el papel de las instituciones puede resultar crucial a la hora de favorecer el tránsito hacia actividades de mayor valor agregado, tanto mediante

la instalación de infraestructuras como por medio de la capacitación de las compañías locales (Pietrobelli y Staritz, 2018).

En la práctica, los países en desarrollo ocupan generalmente las fases de generación de valor más bajas, si bien empiezan a emerger determinados nichos de ventaja competitiva en estos países, donde comienzan a emerger compañías que dirigen sus propias CGV, especialmente en los BRICS (Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica) y en determinadas economías asiáticas (Organización Mundial del Comercio [OMC], 2014).

En cuanto a la posición que la industria automotriz mexicana ocupa en la CGV en la que está integrada, destaca la realización de tareas de escaso valor agregado, centradas en el ensamblaje de componentes que en buena medida fueron importados. La integración de la industria automotriz mexicana en las CGV (intensificada desde la firma del TLCAN) ha favorecido el incremento de las exportaciones del sector, pero con escasa aportación al PIB mexicano (3.6% del PIB en 2019, según datos del INEGI) y, por lo tanto, modestos efectos de arrastre sobre otros sectores (Badillo Reguera y Rozo Bernal, 2019).

Las oportunidades de escalamiento de las compañías automotrices mexicanas suelen asociarse bien con procesos de fusión y adquisición mediante IED —lo que habilita la adquisición de tecnologías y conocimiento complejo, y permite ascender a lo largo de la CGV—, o bien mediante inversiones en planta, que tratan de incrementar y mejorar las capacidades existentes. Esto es debido a que una buena parte del sector automotriz mexicano no dispone de las capacidades adecuadas para afrontar con éxito los procesos de escalamiento (Basave Kunhardt, 2016).

Como señalan Badillo Reguera y Rozo Bernal (2019), uno de los principales problemas del desarrollo de la industria automotriz mexicana es su dependencia de tecnologías foráneas, mientras que otros países, como China, han conseguido alcanzar sendas de escalamiento productivo basadas en el desarrollo tecnológico propio. A pesar de ello, recientemente algunas plantas del sector automotriz mexicano han logrado posicionarse en eslabones elevados de la cadena al ejecutar tareas de mayor contenido tecnológico y relacionadas con el diseño (Lampón, Cabanelas y Guzmán, 2018).

Entre las tendencias recientes que afectan al sector en general, destaca en primer lugar el giro proteccionista de la política comercial estadounidense, acompañada de su guerra comercial con China y la consecuente aplicación del nuevo tratado comercial, el TMEC. En segundo lugar, cabe destacar los

cambios que se están realizando en las técnicas productivas automovilísticas, que pasan por conseguir ampliar la gama de automóviles fabricados en una misma planta.

Como se ha señalado, el objetivo de dicho tratado es aumentar el contenido regional de las exportaciones del sector del automóvil —de 62.5 a 75%—, al incrementar la función de los firmantes del acuerdo en el sector y reducir el papel desempeñado por terceros países. Desde el punto de vista de los Estados Unidos, la finalidad del TMEC consiste en reducir su dependencia de las economías asiáticas, especialmente de China.

Desde la óptica de las CGV, el incremento de contenido regional posiblemente brindará oportunidades de escalamiento para la industria mexicana y potenciales incrementos en la ganancia obtenida por las ventas del sector, gracias a una menor dependencia de insumos foráneos. En particular, la aplicación del TMEC puede conducir a una menor participación de las economías asiáticas en la cadena de valor automovilística mexicana y otorgar mayor protagonismo a las economías de la región de Norteamérica.

Sin embargo, también se ha señalado que el incremento del contenido regional en la producción automovilística se acompaña de la introducción de un salario mínimo de 16 dólares por hora para los trabajadores del sector —excluido el personal administrativo—, lo que puede provocar una pérdida de competitividad para las exportaciones mexicanas. En este sentido, debe tenerse en cuenta que, actualmente, el salario medio de la industria automovilística mexicana, situado en torno a 3.5 dólares por hora (Ruiz, 2019), constituye una de sus principales ventajas comparativas en los mercados globales.

En lo referente a las técnicas productivas del sector, destacan los cambios recientes en los módulos de fabricación de automóviles. Los anteriores tenían la capacidad de producir autopartes para distintos modelos de vehículos mientras pertenecieran al mismo segmento. Sin embargo, un mismo módulo no era válido para la producción de componentes de diferentes gamas, lo que condujo a que en la actualidad exista una sobrecapacidad productiva frente a una decreciente demanda de vehículos desde la crisis de 2008 (Sturgeon et al., 2008).

Recientemente, se ha avanzado en la estandarización de los procesos productivos; así se alcanzó un nuevo nivel: ya no sólo es posible producir componentes de la misma gama en una factoría, sino que también es posible producir componentes de distintas gamas en una misma unidad productiva.

Ello contribuirá a corregir la sobrecapacidad productiva instalada en determinadas regiones (Lampón, Cabanelas y González-Benito, 2017; Lampón, Frigant y Cabanelas, 2019).

Si bien desde la óptica empresarial los nuevos módulos productivos constituyen un avance significativo que posibilita mejoras de eficiencia y eficacia indiscutibles, desde otro punto de vista el cierre de las factorías que operan a baja capacidad generará importantes efectos negativos sobre el empleo local. Mientras que unas zonas —o incluso países— resultarán perjudicadas, al perder una industria considerada históricamente clave, otras regiones se verán reforzadas. Esta previsible reconfiguración del sector no resultará neutral respecto de la articulación de la cadena global automotriz, lo cual inevitablemente tendrá su incidencia en términos de impacto medioambiental.

## *2. La perspectiva medioambiental en el estudio de las CGV*

Las implicaciones económicas de las CGV continúan siendo objeto de estudio. Sin embargo, no es hasta años recientes que ha cobrado interés el análisis de las implicaciones del comercio internacional en el marco de las CGV sobre el medio ambiente. En general, estos trabajos abordan el papel que las CGV desempeñan en las emisiones generadas por el comercio internacional.

La fragmentación de la producción a escala internacional y el consecuente incremento del comercio de bienes intermedios hacen que sea difícil identificar de forma sencilla quién produce determinados componentes y su implicación medioambiental correspondiente. De especial interés resulta la posibilidad de vincular la generación de valor de cada fase productiva con su generación de emisiones (Meng, Peters, Wang y Li, 2018).

Si bien la mayor parte de los trabajos sobre este tema se centra en el impacto en términos de emisiones de CO<sub>2</sub> —en parte debido a que es el agente contaminante sobre el que se dispone de más información empírica—, algunos extienden el análisis a otros contaminantes del aire.

En este sentido, Wang, Wan y Wang (2019) encuentran que la relación entre el modo de inserción en las CGV y las emisiones de CO<sub>2</sub> depende del tipo de participación en la cadena. Estos autores definen dicha participación con base en los criterios de Koopman, Powers, Wang y Wei (2010), de forma que el grado de participación en una CGV corresponde con la suma de su participación hacia delante (aguas abajo) y su participación hacia atrás (aguas

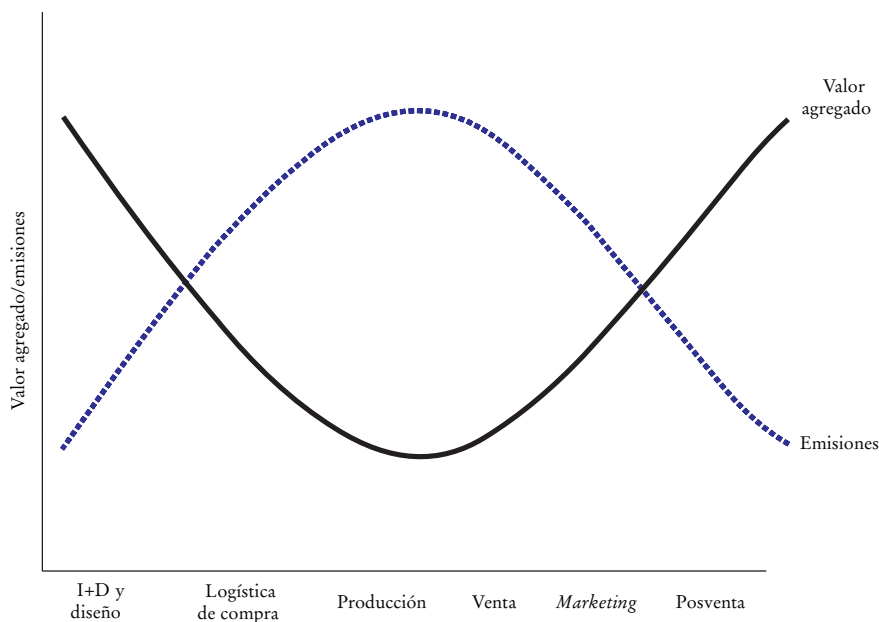
arriba). La primera corresponde con el peso del valor agregado nacional incorporado en las exportaciones brutas de otros países, mientras que la segunda se relaciona con el peso del valor agregado foráneo incorporado en las exportaciones brutas nacionales.

El trabajo de Wang et al. (2019) muestra que las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas de la participación en las cadenas son crecientes y significativas en los momentos iniciales de integración, caracterizados normalmente por la adopción de tareas manufactureras y por un escaso grado de participación en las CGV. A medida que el grado de inserción en las cadenas aumenta, ocurren transferencias de tecnología entre compañías, lo que mejora las competencias de los productores. Estos cambios contribuyen a reducir el grado de emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita vinculado con la participación en las CGV. Tal resultado recuerda a la curva medioambiental de Kuznets,<sup>6</sup> la cual sugiere que a medida que un país se desarrolla, se incrementan sus emisiones per cápita hasta cierto grado de desarrollo, a partir del cual comienzan a reducirse (Copeland y Taylor, 2004; Zafar, Mirza, Zaidi y Hou, 2019).

En este sentido, es posible trazar una curva en forma de “U” invertida en contraposición a la ya mencionada curva de la sonrisa (véase gráfica 1). Esta última muestra que las actividades iniciales y finales de una cadena de valor —I+D, diseño, mercadotecnia y posventa— generan la mayor parte del valor agregado al mismo tiempo que tienen un impacto ambiental reducido. Por su parte, las actividades de transformación propiamente dichas, desde el procesamiento de materias primas hasta la elaboración del producto final, generan relativamente poco valor agregado al mismo tiempo que son las más lesivas en términos medioambientales. En este sentido, existen evidencias empíricas que apuntan a este tipo de relación entre las diferentes etapas de la cadena de valor y las emisiones asociadas, por ejemplo, el estudio realizado por Kudoh y Ozawa (2018) sobre el sector automovilístico, así como los trabajos de Hussain, Zaidi, Malik y Sharma (2014) y de Savino, Manzini y Mazza (2015), realizados sobre otros sectores manufactureros.

<sup>6</sup> La curva medioambiental de Kuznets se deriva de la hipótesis original establecida por el autor de acuerdo con la cual en las primeras etapas de desarrollo económico de un territorio aumentarían los niveles de desigualdad hasta alcanzar un determinado nivel de renta per cápita, y a partir de éste las desigualdades comenzarían a reducirse. Tal hipótesis, que establece una curva en forma de “U” invertida entre desarrollo y desigualdad a lo largo del tiempo, ha sido extendida al análisis medioambiental por diversos autores —véanse, por ejemplo, Grossman y Krueger (1991) y Panayotou (1993)—, si bien Kuznets nunca abordó este tema particular.

GRÁFICA 1. *La curva de emisiones (“U” invertida) en comparación con la curva de la sonrisa en la industria manufacturera*



FUENTE: elaboración propia.

En los momentos iniciales de integración en las CGV, las tareas que suelen adoptar los países en desarrollo corresponden con procesos de tipo manufacturero que usualmente generan elevados consumos energéticos y proporcionan escasas aportaciones (en términos relativos) al valor agregado generado en el conjunto de la cadena productiva. En última instancia, un incremento del consumo energético lleva a un aumento en el volumen de emisiones. Si bien en los momentos iniciales de integración las emisiones serán crecientes a medida que estos productores consigan nuevos contratos, la adopción paulatina de tecnologías más novedosas a medida que se escala a lo largo de la cadena, así como los procesos de mejora funcionales —que implican la adopción de tareas avanzadas, más vinculadas con las fases iniciales o finales descritas en la gráfica 1— contribuirán eventualmente a la reducción de los niveles de  $\text{CO}_2$  per cápita (Liu, Li, Long, Li, y Le, 2018; Wang et al., 2019).

En la misma línea se encuentran los resultados de Yasmeen, Li y Hafeez (2019), quienes amplían el análisis a más contaminantes que el  $\text{CO}_2$ . Estos autores señalan que en las fases iniciales del desarrollo el comercio en valor

agregado tiene un efecto negativo en la contaminación del aire. A medida que se avanza en el desarrollo económico, el comercio contribuye a mejorar la calidad medioambiental. Estos resultados también sugieren el cumplimiento de la hipótesis de la curva medioambiental de Kuznets.

Al centrar la atención en el sector automovilístico, no abundan los trabajos que se enfoquen en las fases productivas de los vehículos a motor. La mayor parte de los estudios existentes se centra en las emisiones generadas por el uso de vehículos, lo que obvia los perjuicios medioambientales derivados de su manufacturación.

Sin embargo, el análisis completo del impacto total de los vehículos a motor también debería incluir las emisiones generadas durante su manufacturación. En este sentido, el estudio realizado por Yan (2009), con base en el ciclo de vida del producto, tiene la finalidad de estimar las emisiones originadas en la producción de vehículos a motor; distingue la demanda energética y las emisiones vinculadas con el uso de energía primaria y de petróleo durante su manufactura. Dicho estudio, centrado en el mercado chino, concluye que, si en 2005 se hubiera considerado el impacto medioambiental de la producción de vehículos, además del efecto de su uso, las emisiones de gases de efecto invernadero se hubieran incrementado en 30 por ciento.

Otros estudios que también emplean el método de análisis del ciclo de vida del producto proporcionan información sobre el impacto medioambiental de las distintas fases del proceso productivo de los vehículos a motor, desde su producción hasta su distribución. En particular, el trabajo realizado por Wang et al. (2013) para el mercado automovilístico chino compara el consumo energético, las emisiones de carbono y las emisiones de materias particuladas 2.5<sup>7</sup> para la producción de vehículos a motor, eléctricos y de celda de combustible.<sup>8</sup>

El estudio de estos autores concluye que, a partir de datos disponibles para 2009, las emisiones de carbono totales de los vehículos eléctricos superan las emisiones de los que tienen motores de combustión interna. De los tres tipos de motores analizados, los de celda de combustible son los más contaminantes —aunque en última instancia ello depende de la fuente de obtención del hidrógeno—. Las predicciones para 2020 señalan un aumento

<sup>7</sup> Las materias particuladas 2.5 son partículas que se encuentran en el aire con un diámetro de 2.5 micrómetros o menos.

<sup>8</sup> Estos vehículos incorporan una celda de combustible que generalmente emplea hidrógeno o combustibles con base en hidrocarburos y oxígeno para producir electricidad y alimentar un motor eléctrico.



de la eficiencia productiva que conduce a una reducción de las emisiones de carbono. Sin embargo, se mantiene la escala anterior en cuanto al orden del tipo de motor más lesivo.

Por otro lado, el estudio realizado por Hao, Qiao, Liu, Zhao y Chen (2017), fundamentado, asimismo, en el análisis de ciclo de vida del producto, señala que en comparación con los Estados Unidos, la producción de vehículos en China resulta 56% más lesiva en términos de emisiones de gases de efecto invernadero por vehículo producido. Estos autores señalan que la diferencia respecto del primer país radica en la mezcla de producción eléctrica china, recurso del que la industria automovilística es intensiva. En este sentido, el rápido desarrollo de la industria china no ha permitido optimizar los diversos procesos industriales para lograr los compromisos medioambientales globales.

## II. DATOS Y METODOLOGÍA

Para el análisis del comercio en valor agregado y de su extensión medioambiental, este trabajo aplica la metodología *input-output* desarrollada en primera instancia por Leontief y ampliada en sucesivas ocasiones por el mismo autor, con base tanto en aspectos medioambientales como en análisis de tipo multi-regional (Leontief, 1936 y 1951; Leontief y Strout, 1963). Los datos para la realización de este estudio se obtuvieron de la base de datos TIVA (Trade in Value Added, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], versión de diciembre de 2018). A continuación, se describe el proceso de análisis necesario para la obtención de los indicadores en términos de valor agregado y su transformación en emisiones generadas por exportaciones.

En primer lugar, las relaciones *input-output* básicas son las siguientes:

$$X = Tu + Fu; \quad A = T\hat{X}^{-1}; \quad X = AX + Fu \quad (1)$$

Donde, para un conjunto de  $s$  sectores y  $n$  países,  $X_{xn \times 1}$ ,  $T_{sn \times sn}$  y  $F_{sn \times n}$  representan las matrices de *output* total, de transacciones intermedias y de demanda final, respectivamente.  $\hat{X}_{sn \times sn}$  representa los valores del *output* total en la diagonal de una matriz cuadrada donde los elementos no diagonales son nulos.  $A_{sn \times sn}$  es la matriz de coeficientes técnicos de producción —ratio de los *inputs* adquiridos por cada sector comprador a cada sector provee-

dor—. Por su parte,  $u$  representa un vector formado por “unos” del tamaño adecuado para realizar las operaciones precisas.

Al despejar la demanda final, se puede obtener la conocida matriz inversa de Leontief:

$$Fu = (I - A)X; \quad X = (I - A)^{-1}Fu = LFu \quad (2)$$

Donde  $L_{sn \times sn}$  es la matriz inversa de Leontief. Los elementos de esta matriz informan sobre la producción que debe generar cada sector para satisfacer una unidad adicional de demanda final. Por su parte,  $I$  representa la matriz identidad.

A partir de las relaciones anteriores, es posible definir el valor agregado doméstico exportado (VADE) por la industria  $i$  del país  $p$  al país  $d$ :

$$VADE_{i,p} = V_p L_{p,p} EXPb_{i,p,d} \quad (3)$$

Donde  $V_p$  es un vector donde se recogen los coeficientes de valor agregado del conjunto de industrias del país  $p$ ;  $L_{p,p}$  es la matriz inversa de Leontief doméstica, que representa la producción doméstica necesaria para satisfacer un incremento de la demanda interior de una unidad, y  $EXPb_{i,p,d}$  representa las exportaciones brutas del sector  $i$  del país  $p$  destinadas al país  $d$ .

Por su parte, cada elemento del vector  $V_p$  se obtiene como la diferencia entre uno y la suma de cada columna de la matriz de coeficientes técnicos de producción del país  $p$ ,  $A_{p,p}$ :

$$V_p = u - \sum_j A_{p,p} \quad (4)$$

Por último, la matriz inversa de Leontief del país  $p$  se obtiene a partir de la matriz de coeficientes técnicos del país  $p$ :  $L_{p,p} = (I - A_{p,p})^{-1}$ .

Con el fin de obtener indicadores de índole medioambiental es necesario disponer, en primer lugar, de cuentas satélite que proporcionen datos sectoriales de emisiones o consumos energéticos, en función del análisis deseado. Actualmente, existen varias bases de datos *input-output* que incorporan información relativa a las emisiones, los vertidos y los consumos energéticos asociados con los distintos sectores económicos, como Eora o Exiobase. En el caso particular de la base de datos TIVA, la información monetaria se

obtiene a partir de las tablas *input-output* multirregionales ICIO (Inter-Country Input-Output, OCDE), mientras que su extensión medioambiental se deriva de información disponible en la IEA (International Energy Agency).

A partir de esta fuente de información, se analizan las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas del comercio del sector automovilístico en la cadena regional de valor norteamericana, con énfasis en los resultados para México. Para el caso general, sea  $E_{1 \times sn}$  un vector fila que recoge las emisiones de CO<sub>2</sub> para el conjunto de  $s$  sectores de  $n$  países, se define la intensidad de emisiones,  $e_{1 \times sn}$  como la ratio entre el volumen de CO<sub>2</sub> emitido y el valor bruto de la producción:

$$e = E\hat{X}^{-1} \quad (5)$$

La intensidad de emisiones puede ser considerada, en sí misma, un indicador de la eficiencia medioambiental de cada sector de una economía. Finalmente, a partir de la expresión (5), es posible obtener el volumen de emisiones derivado de las exportaciones brutas (expresión [6]), así como las emisiones domésticas exportadas (expresión [7]):

$$EXPb^{CO_2} = eEXPb \quad (6)$$

$$VADE^{CO_2} = eVADE \quad (7)$$

Mediante el cálculo de estas dos últimas expresiones es posible, por lo tanto, estimar el impacto medioambiental, en términos de volumen de emisiones, de los flujos de valor agregado generados a lo largo de la cadena automotriz. Esto permite llevar a cabo un análisis más completo del impacto de los vehículos a motor que tenga en cuenta también las emisiones generadas durante su manufacturación y no sólo las relativas a su uso.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### *1. Pautas de inserción de la industria automotriz mexicana en el marco de la cadena regional de valor*

Un primer paso analítico en la caracterización de la industria automovilística mexicana lo constituye el conocimiento de sus pautas tanto productivas

como comerciales en el contexto de CGV en el que se encuentra. Se trata, en última instancia, de comprobar cómo el sector se ha especializado en las fases productivas de menor generación de valor en términos relativos a la cadena productiva global en la que se encuentra inmersa. Para ello, se presenta en primer lugar la aportación al PIB mexicano de la producción de vehículos a motor y autopartes (véase gráfica 2).

En este sentido, se comprueba cómo el sector automovilístico ha representado históricamente una fracción relativamente reducida del PIB mexicano, al mantenerse por debajo de 2.5% del total hasta 2013, cuando comenzó un proceso ascendente, hasta situarse en torno a 3.5% del PIB. La producción de autopartes representa poco menos de 50% del total del valor generado por la industria automovilística mexicana.

Se puede considerar que esta aportación al PIB de México es relativamente pequeña, sobre todo cuando se compara con la relevancia del sector en otros países y se tienen en cuenta otras variables. Por ejemplo, en la UE el sector automovilístico representa en torno a 7% del PIB<sup>9</sup> de la región y aproximadamente 12% de las exportaciones brutas,<sup>10</sup> mientras que en México las exportaciones del sector representan más de 30% del total, con una aportación al PIB mucho menor.

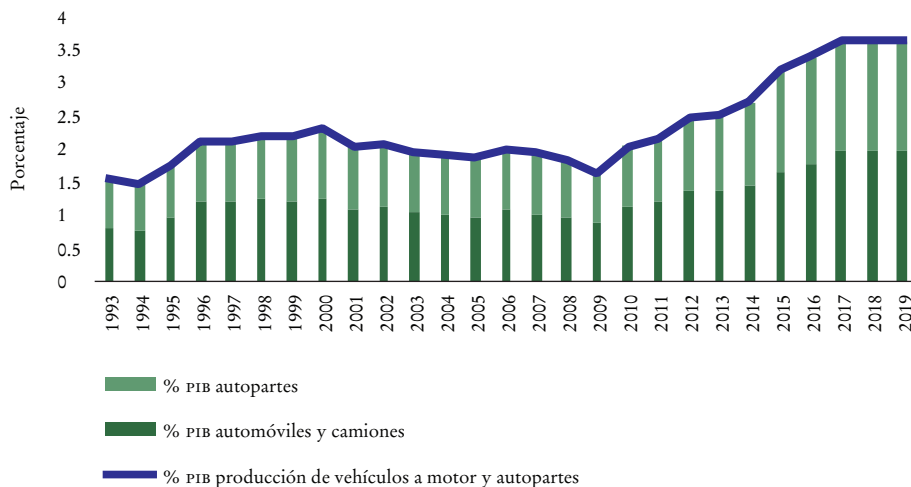
Una segunda característica relevante y definitoria de la industria automovilística mexicana es su extremada orientación al mercado exterior. Como se puede comprobar en la gráfica 3a, más de 88% de los vehículos producidos en México en 2019 fue exportado, no siendo nunca esta ratio inferior a 79% a lo largo del periodo de 2005 a 2019. En consecuencia, el porcentaje restante no alcanza para satisfacer la demanda interior, puesto que más de la mitad de los vehículos comercializados en el país son importados (véase gráfica 3b), lo que revela pautas de comercio intraindustrial entre México y otros países en el sector automotriz.

Tan sólo durante la crisis financiera de 2008, la ratio de vehículos importados descendió, manteniéndose igualmente superior a 50%. El motivo principal por el cual la demanda doméstica no se satisface con la producción doméstica reside en la orientación a mercados extranjeros de la estructura productiva automovilística mexicana. La mayor parte de la producción se orienta a modelos de vehículos destinados principalmente a los Estados Unidos, que entre 2005 y

<sup>9</sup> De acuerdo con la Comisión Europea (2016).

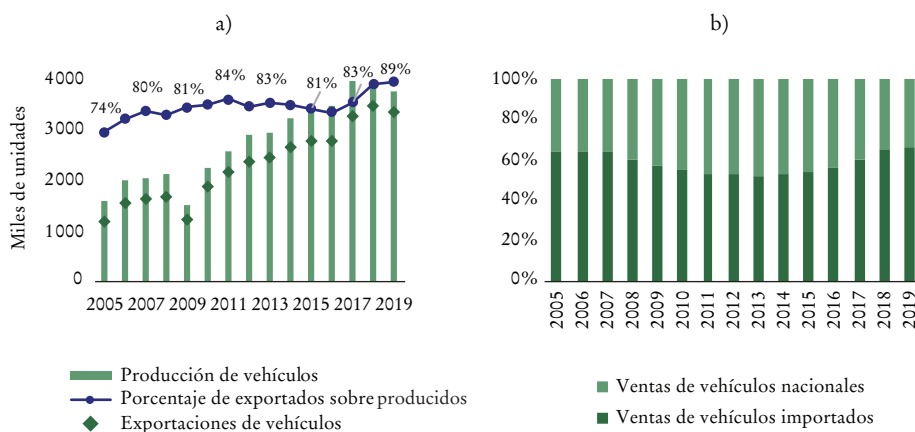
<sup>10</sup> Obtenido a partir de TIVA para 2015.

GRÁFICA 2. *Aportación al PIB mexicano de la producción de vehículos a motor y autopartes, 1993-2019*



FUENTE: elaboración propia a partir de datos del INEGI.

GRÁFICA 3. *Producción y exportaciones de vehículos en México (izquierda); ventas interiores de vehículos nacionales e importados (derecha), 2005-2019*



FUENTE: elaboración propia a partir de datos del INEGI.

2019 absorbieron 73% de las exportaciones mexicanas de vehículos ligeros, seguidos por Canadá (7.7%), Alemania (5.5%) y Brasil (3%).<sup>11</sup>

Debido a ello, para satisfacer las necesidades de la demanda doméstica se ha de recurrir a importaciones. Además, con ello se constata que la cadena de valor automovilística mexicana es más una cadena de ámbito regional que global, con fuertes conexiones con los países más cercanos, situados en el mismo continente y la misma área regional —a lo que contribuye el elevado costo asociado con el transporte de piezas y componentes pesados con destino u origen en ultramar—.

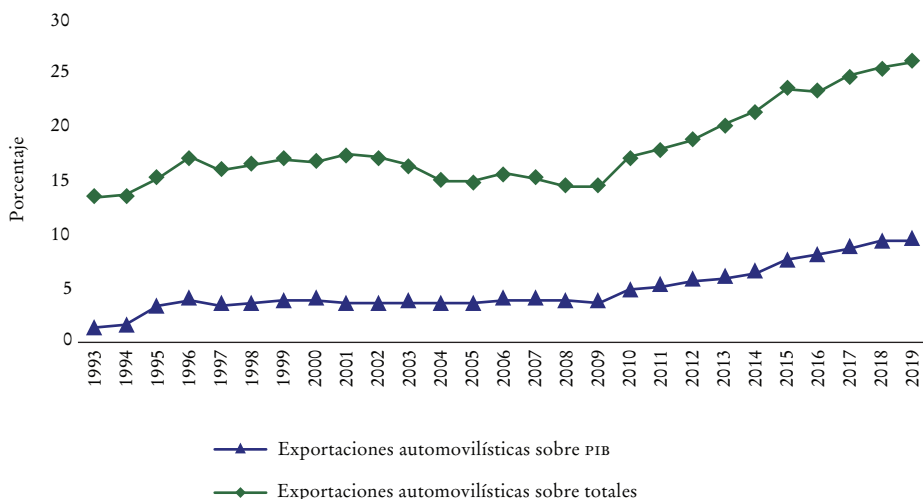
Otro de los motivos por los que se muestran volúmenes de exportaciones sobre producción tan elevados tiene que ver con la propia naturaleza de las estadísticas comerciales en términos brutos. Aunque en México tan sólo se lleven a cabo algunas de las fases de la cadena productiva del sector automovilístico, en el caso de que en el interior del país se realice el ensamblaje final de vehículos —pudiendo realizarse más tareas—, se contabilizará una exportación de éstos por el valor total del bien (exceptuando los márgenes de comercialización y distribución, que se añaden en el momento de la venta al consumidor final), a pesar de haber aportado tan sólo una fracción del valor total. En este sentido, resulta de especial interés conocer el valor agregado interno contenido en las exportaciones de automóviles producidos en México.

Antes de proceder a descomponer el comercio internacional automovilístico mexicano en términos de comercio en valor agregado, se muestra el peso de las exportaciones automovilísticas mexicanas (en términos brutos) sobre las exportaciones totales y el PIB (véase gráfica 4).

Como se ha señalado anteriormente, las exportaciones automovilísticas mexicanas representan una fracción importante de sus relaciones comerciales exteriores: superaron 25% de las exportaciones totales (petroleras y no petroleras) en 2019. Asimismo, el volumen de exportaciones automovilísticas sobre el PIB es significativo: se aproxima a 10%, casi el triple que su peso productivo. Sin embargo, si se considera la verdadera aportación de México a la cadena de valor automotriz, al medir su desempeño comercial en términos de valor agregado, el peso del sector en el PIB se reduce significativamente (aumenta, en cambio, su participación en las exportaciones totales, si éstas también se miden en términos de valor agregado).

<sup>11</sup> De acuerdo con la información recogida en el registro administrativo de la industria automotriz de vehículos ligeros (RAIAVP, ofrecida por el INEGI).

GRÁFICA 4. *Exportaciones automovilísticas de México sobre exportaciones totales y PIB, 1993-2019*



FUENTE: elaboración propia a partir de datos del INEGI y el Banco Mundial.

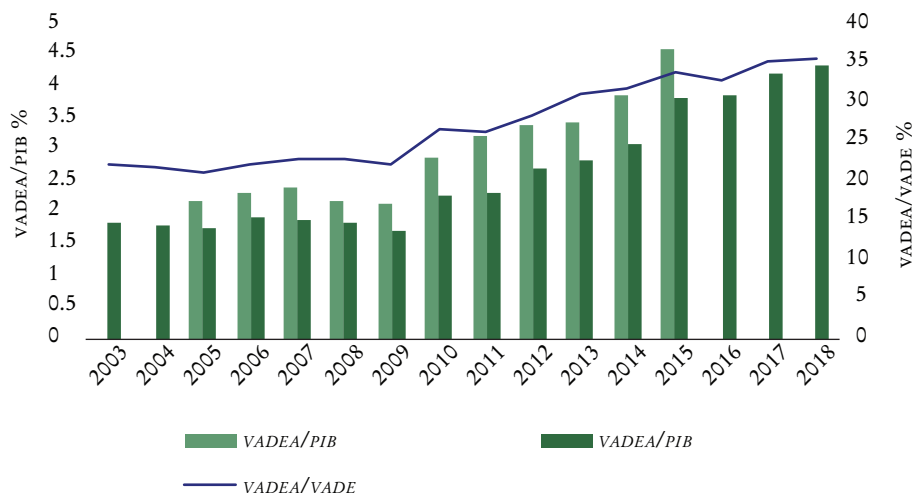
Tanto el menor peso sobre el PIB como la mayor cuota exportadora se deben a que se elimina el problema de doble contabilización del valor agregado inherente a la contabilización tradicional de la actividad comercial.<sup>12</sup>

Los cambios en la participación del sector automovilístico mexicano, una vez que se mide su actividad en términos de valor agregado, se pueden observar en la gráfica 5, donde se representa la evolución del valor agregado doméstico exportado por el sector automovilístico sobre el PIB —en comparación, además, con los resultados ofrecidos por las bases de datos TIVA y del INEGI— y sobre las exportaciones de valor agregado mexicanas.

Al comparar los resultados de la gráfica 5 (exportaciones en valor agregado) con los de la gráfica 4 (exportaciones en términos brutos), se constata

<sup>12</sup> Este problema consiste en la contabilización como exportación nacional de aportaciones de valor foráneas —desde una perspectiva práctica—; si en México se ensambla un modelo determinado de vehículo destinado a exportación cuyos demás componentes han sido importados, en las estadísticas comerciales tradicionales se registrará una exportación por el valor total del vehículo, a pesar de haberse aportado tan sólo una pequeña fracción de ésta. Esta lógica se extiende al conjunto del comercio global: las estadísticas comerciales brutas pueden llegar a contabilizar repetidas veces un mismo hecho económico.

GRÁFICA 5. *Valor agregado doméstico exportado del sector automovilístico mexicano sobre el PIB (eje izquierdo) y sobre las exportaciones totales de valor agregado doméstico (eje derecho), 2003-2018<sup>a</sup>*



<sup>a</sup> La variable VADE representa el valor agregado doméstico exportado y la variable VADEA, el valor agregado doméstico exportado por el sector automovilístico mexicano. La variable VADEA, recopilada en la base de datos TIVA, se encuentra en millones de dólares y, por lo tanto, se ha relativizado a partir de los datos de PIB obtenidos en el Banco Mundial. Para los demás casos, todos los datos se han obtenido del INEGI.

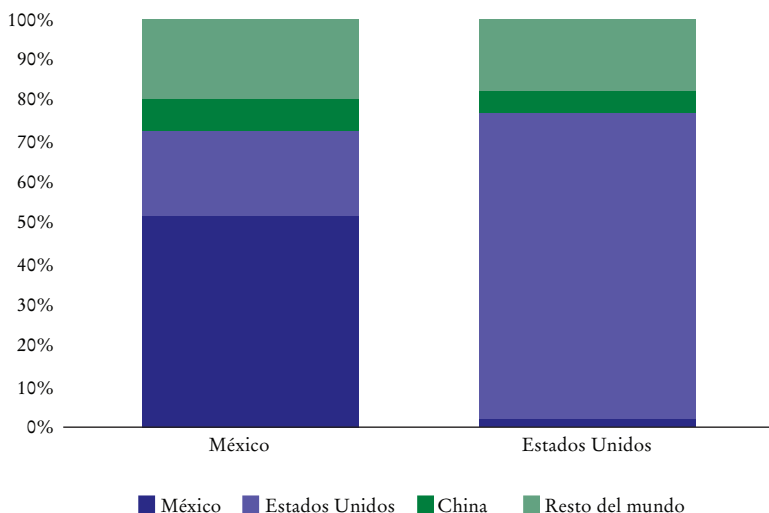
FUENTE: elaboración propia a partir de datos del INEGI (VADEA/VADE y VADEA/PIB), el Banco Mundial y TIVA.

el menor peso sobre el PIB mexicano de las exportaciones automovilísticas, que pasaron de representar casi 10% en 2018, en términos de comercio en bruto, a 4.3%, en términos de valor agregado. La información ofrecida por las distintas bases de datos de la actividad comercial en valor agregado es muy similar: las diferencias entre TIVA y el INEGI oscilan entre 0.4 y 0.9% a lo largo del periodo analizado.

No obstante su menor peso sobre el PIB, al medir el comercio exterior del sector automovilístico en valor agregado, se constata su relevancia como motor de la actividad comercial exterior mexicana. Durante 2003-2009 su participación en el comercio exterior en términos agregados se mantuvo en torno a 25%; luego aumentó significativamente tras la crisis, hasta alcanzar una cuota exportadora de 35% del valor agregado exportado. Además, en



GRÁFICA 6. *Origen del valor de las exportaciones brutas del sector automovilístico de México y los Estados Unidos, 2015*



FUENTE: elaboración propia a partir de TIVA.

términos absolutos el volumen de contenido doméstico exportado del sector tan sólo decreció entre 2008 y 2009 debido a la crisis financiera global y de forma concordante con la tendencia del comercio mundial.

Con el fin de comprender el motivo por el cual el peso de las exportaciones del sector automovilístico sobre el PIB en términos de valor agregado es menor que en términos brutos, es necesario analizar el origen del valor agregado contenido en las exportaciones mexicanas del sector (véase gráfica 6). Esto, además, explica la baja participación del sector en el PIB mexicano a pesar de ser uno de los principales motores del comercio exterior del país y de representar más de 20% del empleo manufacturero.

De acuerdo con la gráfica 6, donde se ilustra el origen del valor agregado de las exportaciones automovilísticas mexicanas en comparación con los Estados Unidos, México aportó en 2015 aproximadamente 50% del valor de las exportaciones brutas registradas —con una pauta similar en años anteriores—. La mitad restante tiene su origen en otros países, en especial los Estados Unidos (19.5%) y China (6.6 por ciento).

Asimismo, destaca el contraste entre el origen del valor agregado del sector entre México y los Estados Unidos; en este último, 75% del valor expor-

tado se origina en el interior de la economía estadounidense. Tal diferencia es un reflejo del papel de México y los Estados Unidos en la cadena regional de valor de la industria del motor norteamericana. Las compañías estadounidenses son líderes de la cadena —mantienen tareas de alta generación de valor, como la I+D, el diseño, las ventas finales y los servicios de posventa—, mientras que en gran medida México desarrolla buena parte de las fases de menor generación del valor agregado (al menos en términos relativos) en la cadena productiva automovilística —producción de determinadas autopartes y ensamblaje—.

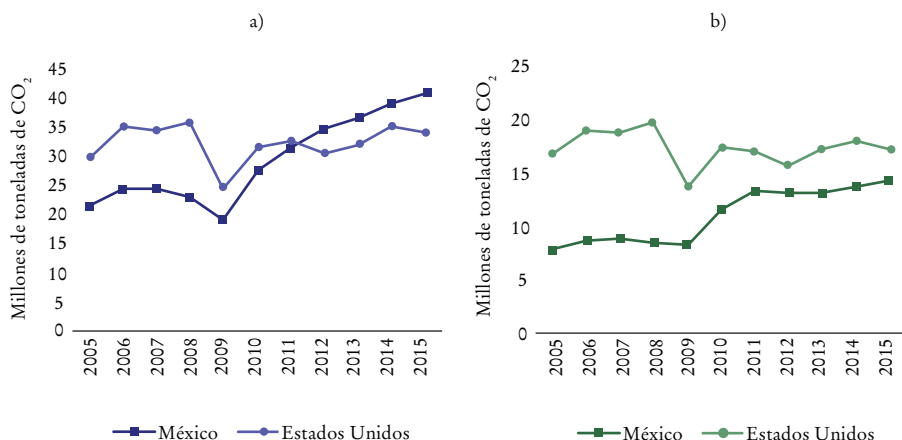
#### IV. EL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ DE MÉXICO EN EL MARCO DE LA CADENA REGIONAL DE VALOR

Como se verá a continuación, si bien en términos monetarios el valor agregado automovilístico mexicano dentro de la cadena regional de valor en la que participa es relativamente bajo, especialmente en comparación con el valor aportado por los Estados Unidos, en términos de emisiones la situación no es similar. De acuerdo con la hipótesis de la curva medioambiental de Kuznets aplicada a la lógica de las CGV, en términos relativos la industria automovilística mexicana debe ser proporcionalmente más contaminante que la estadounidense, tanto por las tareas que se realizan como por el contenido tecnológico de la dotación de capital productivo de México —que se supone menos puntero y, por lo tanto, más lesivo para el medio ambiente—.

Para contrastar esta hipótesis se ha analizado el impacto medioambiental del comercio exterior del sector automovilístico mexicano en comparación con el desempeño medioambiental internacional del sector en los Estados Unidos, de acuerdo con la metodología presentada en la sección II.

En primer lugar, se presentan las emisiones de CO<sub>2</sub> incorporadas en las exportaciones brutas automovilísticas de ambos países, así como sus emisiones domésticas generadas por las exportaciones, obtenidas a partir de la expresión (6) (véase gráfica 7). Puede comprobarse cómo, en términos brutos, hasta 2011 los Estados Unidos mantuvieron los niveles más elevados de emisiones incorporadas en las exportaciones. Sin embargo, desde 2012 México los superó de acuerdo con la tendencia alcista que seguía desde 2009. En términos domésticos —de valor agregado, gráfica 7*b*—, los Estados

GRÁFICA 7. *Emisiones de CO<sub>2</sub> incorporadas en las exportaciones brutas automovilísticas (izquierda) y emisiones domésticas de CO<sub>2</sub> incorporadas en las exportaciones automovilísticas (CO<sub>2</sub>) (derecha), 2005-2015*



FUENTE: elaboración propia a partir de TIVA.

Unidos continúan siendo el principal emisor de CO<sub>2</sub> relativo al comercio exterior en términos absolutos.

Al igual que en el caso del análisis comercial en bruto frente al comercio en valor agregado, en la gráfica 6a no se diferencia, para cada país, el origen del valor agregado —o, más concretamente, el origen del CO<sub>2</sub> incorporado en las exportaciones—. Los problemas de doble contabilización del comercio internacional continúan presentes en los datos comerciales en términos de CO<sub>2</sub>, de tal modo que, por ejemplo, en las emisiones incorporadas en las exportaciones de México están integradas también las emisiones de CO<sub>2</sub> originadas en cualquier otro lugar de la cadena de suministro aguas arriba.

Debido a ello, resulta de interés analizar las emisiones domésticas de CO<sub>2</sub> incorporadas en las exportaciones —aquellas generadas por el valor agregado verdaderamente aportado por cada país—. Ahora bien, la información presentada en términos absolutos puede ser engañosa al no tener en cuenta el volumen de actividad económica de cada región. En este sentido, la intensidad de emisiones (CO<sub>2</sub> emitido por dólar producido) se presenta como un indicador más apropiado para captar el impacto medioambiental relativo del comercio exterior de los integrantes del TMEC.

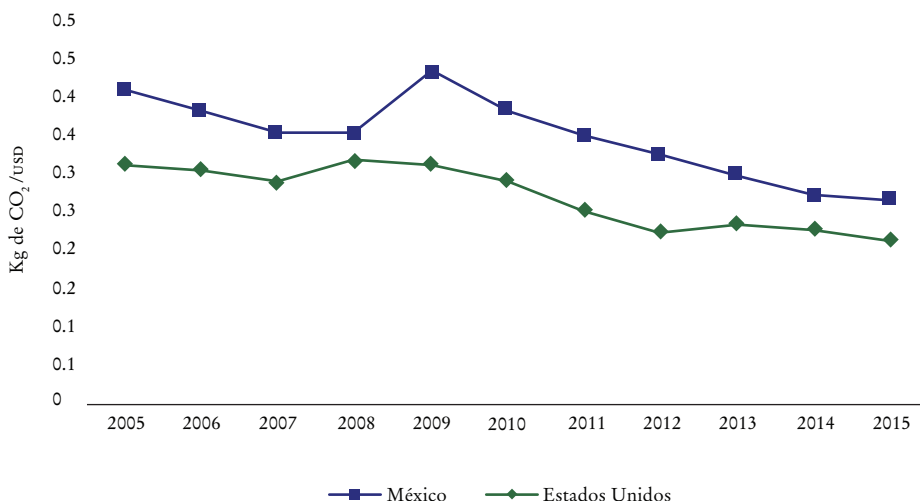
En la gráfica 8 se representa la intensidad de emisiones de CO<sub>2</sub> relativa a las exportaciones de valor agregado doméstico del sector automovilístico de México y los Estados Unidos para 2005-2015. En términos de intensidad, México se muestra como la economía más lesiva hacia el medio ambiente en cuanto al comercio exterior del sector automovilístico. Las intensidades de emisiones de las exportaciones domésticas de bienes finales y de bienes intermedios del sector son similares, con escasa variación respecto de la intensidad del conjunto de exportaciones automovilísticas de valor agregado. Sin embargo, cabe destacar que en los últimos años la brecha en la intensidad de emisiones entre ambos países se ha reducido.

Estos resultados concuerdan con lo comentado en apartados anteriores y con la hipótesis de la curva medioambiental de Kuznets aplicada a la lógica de las CGV: el país de menor ingreso per cápita mantiene una mayor incidencia en las emisiones incorporadas en las exportaciones. Desde la lógica de las CGV, México realiza algunas de las fases de menor valor agregado dentro de la cadena regional automovilística que comparte con los Estados Unidos y Canadá, con la gobernanza de las multinacionales del primero, que deciden cuestiones como el diseño, las autopartes y los modelos que se producen en México. En general, cabe la posibilidad de que las tareas que las multinacionales estadounidenses encargan a los productores mexicanos se correspondan no sólo con las de menor valor agregado, sino también con las de mayor impacto medioambiental en términos relativos.

Otro factor que cabe destacar es la tendencia decreciente de la intensidad de emisiones del conjunto de países analizados, especialmente destacable en los casos de México desde 2009 y los Estados Unidos desde 2008. La tendencia decreciente en la intensidad de emisiones se encuentra en consonancia con la dinámica que siguen otros países, tanto desarrollados como en desarrollo. La intensidad de emisiones de CO<sub>2</sub> está reduciéndose a nivel global en buena medida por el menor impacto que generan las nuevas tecnologías productivas y, en algún grado, por las políticas medioambientales que están siendo aplicadas por algunos gobiernos —se puede destacar, por ejemplo, el plan de acción hacia una economía circular de la UE—.

A pesar de ello, no resulta baladí reconocer que la actividad económica tiende a crecer más rápido de lo que se reduce la intensidad de emisiones, lo que conduce en última instancia a un incremento del volumen de emisiones globales año tras año, al consiguiente deterioro del medio ambiente y al agotamiento de los recursos naturales disponibles.

GRÁFICA 8. *Intensidad de emisiones de CO<sub>2</sub> domésticas (kilogramos de CO<sub>2</sub> emitidos por cada dólar producido) incorporadas en las exportaciones automovilísticas, 2005-2015*

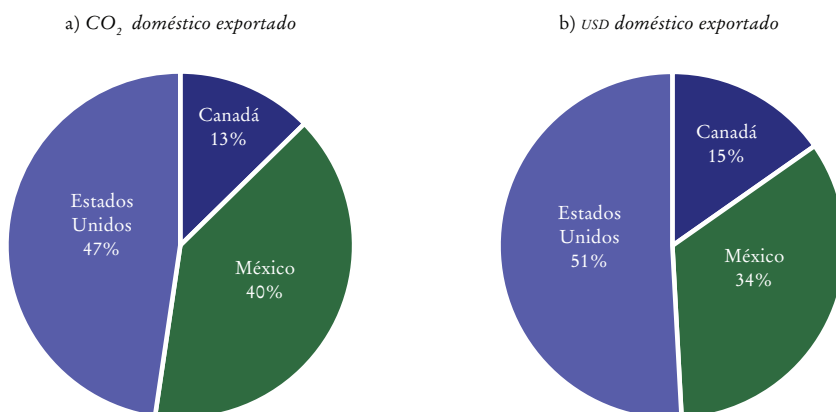


FUENTE: elaboración propia a partir de TIVA.

En este sentido, los Estados Unidos continúan generando el mayor volumen de emisiones derivadas de exportaciones dentro de la cadena regional de valor automovilística, debido principalmente al mayor tamaño de su economía. En cambio, en términos relativos, la dinámica exportadora del sector automovilístico mexicano se presenta como la menos eficiente en términos medioambientales. Esto también se puede observar al comparar la participación de cada país en las exportaciones automovilísticas del conjunto de la región en términos monetarios frente a términos de CO<sub>2</sub> (véase gráfica 9).

Si bien los Estados Unidos son el principal exportador de la región, en términos tanto monetarios (51%) como de CO<sub>2</sub> (47%) por los motivos comentados anteriormente, cabe destacar ciertos contrastes. Mientras que la participación de este país en términos de CO<sub>2</sub> es 4% menor que en términos monetarios, la participación en las exportaciones mexicanas de valor agregado de la región en términos de CO<sub>2</sub> se incrementa en seis puntos porcentuales respecto de su participación en las exportaciones de valor agregado automovilístico en dólares.

GRÁFICA 9. *Participación en las emisiones generadas por exportaciones de valor agregado doméstico del sector automovilístico de la región, 2015 (izquierda) y participación en las exportaciones de valor agregado del sector automovilístico de la región, 2015 (derecha)*



FUENTE: elaboración propia a partir de TIVA.

## V. CONCLUSIONES

El sector automovilístico mexicano se encuentra plenamente integrado en la cadena regional de valor norteamericana. Además, exhibe fuertes vinculaciones con otros países, en especial con China. Dentro de esta cadena de valor, México adopta un papel intermedio de acuerdo con las fases representadas en la denominada curva de la sonrisa: se dedica de manera especial a la realización de tareas productivas. En particular, el sector está especializado en la producción de determinadas autopartes y en la realización de tareas de ensamblaje, mientras que los procesos de mayor generación del valor —diseño, venta y posventa— se mantienen, principalmente, en los Estados Unidos.

Reflejo de ello es la importante aportación de valor agregado foráneo en la producción automovilística mexicana, que en 2015 implicaba prácticamente la mitad de la producción del sector. Como contraste, en los Estados Unidos, donde se realiza buena parte de las tareas vinculadas con el diseño, la venta y la posventa —es decir, las fases de mayor generación de valor—, la aportación foránea se encontraba tan sólo en torno a 20 por ciento.

En relación con la curva de la sonrisa, se asume la existencia de una curva en forma de “U” invertida que representa el impacto medioambiental vinculado con cada fase de la cadena de valor. De acuerdo con esta hipótesis, las fases de menor (mayor) creación de valor corresponden con las fases de mayor (menor) generación de emisiones, lo cual encuentra sostén empírico en los trabajos de análisis del ciclo de vida del producto. Esto coincide, además, con lo establecido por la hipótesis medioambiental de Kuznets, la cual establece que a medida que se incrementa la renta per cápita de una economía, su volumen de emisiones aumenta hasta alcanzar un determinado nivel de desarrollo, a partir del cual las condiciones medioambientales comenzarían a recuperarse.

Si bien no hay evidencia clara sobre el tramo decreciente de la curva medioambiental de Kuznets, sí se puede mostrar el vínculo entre un mayor grado de desarrollo y un volumen de emisiones asociadas más amplio. Además, los países más avanzados tienen una intensidad de emisiones menor que los países en desarrollo. Esto se explica por la configuración global de la producción caracterizada por el desarrollo de las CGV: las actividades de mayor generación de valor —y menor generación de emisiones— se mantienen en los países desarrollados.

El sector automovilístico mexicano no es ajeno a estas consideraciones. Como se ha visto en este trabajo, al estar especializado en las fases de la cadena vinculadas con la producción, su volumen de emisiones es relativamente elevado, lo cual se manifiesta también en las emisiones relacionadas con sus exportaciones de automóviles y autopartes. Incluso considerando únicamente las emisiones vinculadas con el valor generado por la industria mexicana (valor agregado doméstico), su volumen de emisiones incorporado en las exportaciones automovilísticas casi iguala el volumen de emisiones vinculado con el comercio exterior de automóviles en los Estados Unidos, a pesar de que México tan sólo aporta 50% del valor de su producción y su vecino aporta casi 80% del valor del sector.

Como se ha podido comprobar en este trabajo, la intensidad de emisiones vinculada con la producción orientada a exportaciones revela, efectivamente, una menor eficiencia medioambiental por parte del sector automovilístico mexicano en relación con los demás integrantes de la cadena regional de valor. Sin embargo, cabe destacar que a lo largo del tiempo este impacto se ha reducido, lo que refleja continuas ganancias de eficiencia medioambiental. Las razones de este mejor desempeño son diversas, aunque en buena medida se

deben a la adopción de nuevas tecnologías productivas, como apuntan algunos estudios sobre el sector (Lampón et al., 2018).

Por último, de acuerdo con la hipótesis de la curva medioambiental de Kuznets, a medida que la industria automovilística mexicana se desarrolle y se abra la posibilidad de nuevos procesos de *upgrading*, podría avanzarse en la reducción del impacto medioambiental del sector mediante la adopción de tecnología más eficiente en términos de emisiones y consumos energéticos, lo que consigue el denominado escalamiento medioambiental.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aroche Reyes, F. (2000). *Reformas estructurales y composición de las emisiones contaminantes industriales. Resultados para México*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Badillo Reguera, J., y Rozo Bernal, C. A. (2019). México en la cadena global de valor de la industria automotriz. *EconomíaUNAM*, 16(48), 121-145. Recuperado de: <https://doi.org/10.22201/fe.24488143e.2019.48.492>
- Baldwin, R. (2006). Multilateralising regionalism: Spaghetti bowls as building blocs on the path to global free trade. *The World Economy*, 29(11), 1451-1518. Recuperado de: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9701.2006.00852.x>
- Baldwin, R. (2012). *Global Supply Chains: Why They Emerged, Why They Matter, and Where They Are Going* (CEPR discussion papers). Londres: CEPR. Recuperado de: <https://ideas.repec.org/p/cpr/ceprdp/9103.html>
- Basave Kunhardt, J. (2016). IED de las empresas multinacionales mexicanas y estrategias de “catch up” tecnológico. *Economía Informa*, (399), 3-15. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.ecin.2016.08.002>
- Basurto Álvarez, R. (2013). Estructura y recomposición de la industria automotriz mundial. Oportunidades y perspectivas para México. *EconomíaUNAM*, 10(30), 75-92. Recuperado de: [https://doi.org/10.1016/S1665-952X\(13\)72204-7](https://doi.org/10.1016/S1665-952X(13)72204-7)
- Comisión Europea (2016). Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs. Recuperado de: <https://bit.ly/3hPTjfG>
- Copeland, B. R., y Taylor, M. S. (2004). Trade, growth, and the environment. *Journal of Economic Literature*, 42(1), 7-71. Recuperado de: <https://doi.org/10.1257/002205104773558047>
- Ellen MacArthur Foundation (2013). *Towards the Circular Economy*:



- Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition*. Reino Unido: Ellen MacArthur Foundation. Recuperado de: <http://bit.ly/2AkgzAn>
- Gereffi, G. (1994). The organization of buyer-driven global commodity chains: How U. S. retailers shape overseas production networks. En G. Gereffi y M. Korzeniewicz (eds.), *Commodity Chains and Global Capitalism* (pp. 95-122). Londres: Praeger.
- Gereffi, G. (2001). Beyond the producer-driven/buyer-driven dichotomy the evolution of global value chains in the internet era. *IDS Bulletin*, 32(3), 30-40. Recuperado de: <https://doi.org/10.1111/j.1759-5436.2001.mp32003004.x>
- Gereffi, G. (2014). Global value chains in a post-Washington Consensus world. *Review of International Political Economy*, 21(1), 9-37. Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/09692290.2012.756414>
- Gereffi, G., Humphrey, J., y Sturgeon, T. (2005). The governance of global value chains. *Review of International Political Economy*, 12(1), 78-104. Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/09692290500049805>
- Gereffi, G., y Lee, J. (2016). Economic and social upgrading in global value chains and industrial clusters: Why governance matters. *Journal of Business Ethics*, 133(1), 25-38. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s10551-014-2373-7>
- Grossman, G. M., y Krueger, A. B. (1991). *Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement* (NBER working papers 3914). Cambridge: NBER. Recuperado de: <https://ideas.repec.org/p/nbr/nberwo/3914.html>
- Hao, H., Qiao, Q., Liu, Z., Zhao, F., y Chen, Y. (2017). Comparing the life cycle greenhouse gas emissions from vehicle production in China and the USA: Implications for targeting the reduction opportunities. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 19(5), 1509-1522. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s10098-016-1325-6>
- Humphrey, J., y Schmitz, H. (2002). How does insertion in global value chains affect upgrading in industrial clusters? *Regional Studies*, 36(9), 1017-1027. Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/0034340022000022198>
- Hussain, M., Zaidi, S. M. H., Malik, R. N., y Sharma, B. D. (2014). Greenhouse gas emissions from production chain of a cigarette manufacturing industry in Pakistan. *Environmental Research*, 134, 81-90. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.06.015>

- Koopman, R., Powers, W., Wang, Z., y Wei, S. J. (2010). *Give Credit Where Credit Is Due: Tracing Value Added in Global Production Chains* (working paper 16426). Cambridge: NBER. Recuperado de: <https://doi.org/10.3386/w16426>
- Kudoh, Y., y Ozawa, A. (2018). Chapter 15 – Life cycle assessment of hydrogen supply chain: A case study for Japanese automotive use. En C. Azzaro-Pantel (ed.), *Hydrogen Supply Chains* (pp. 499-519). Londres: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811197-0.00015-4>
- Lampón, J. F., Cabanelas, P., y González-Benito, J. (2017). The impact of modular platforms on automobile manufacturing networks. *Production Planning and Control*, 28(4), 335-348. Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1287442>
- Lampón, J. F., Cabanelas, P., y Guzmán, J. A. D. (2018). Claves en la evolución de México dentro de la cadena de valor global de la industria de autopartes. El caso del Bajío. *El Trimestre Económico*, 85(339), 483-514. Recuperado de: <https://doi.org/10.20430/ete.v85i339.259>
- Lampón, J. F., Frigant, V., y Cabanelas, P. (2019). Determinants in the adoption of new automobile modular platforms: What lies behind their success? *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(4), 707-728. Recuperado de: <https://doi.org/10.1108/JMTM-07-2018-0214>
- Leontief, W. (1936). Quantitative input and output relations in the economic systems of the United States. *The Review of Economics and Statistics*, 18(3), 105-125.
- Leontief, W. (1951). *The Structure of American Economy, 1919-1939: An Empirical Application of Equilibrium Analysis*. Nueva York: International Arts and Sciences Press.
- Leontief, W., y Strout, A. (1963). Multiregional input-output analysis. En T. Barna (ed.), *Structural Interdependence and Economic Development: Proceedings of an International Conference on Input-Output Techniques, Geneva, September 1961* (pp. 119-150). Londres: Palgrave Macmillan.
- Liu, H., Li, J., Long, H., Li, Z., y Le, C. (2018). Promoting energy and environmental efficiency within a positive feedback loop: Insights from global value chain. *Energy Policy*, 121, 175-184. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.06.024>
- Meng, B., Peters, G. P., Wang, Z., y Li, M. (2018). Tracing CO<sub>2</sub> emissions in global value chains. *Energy Economics*, 73, 24-42. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.05.013>

- Miranda, A. V. (2007). La industria automotriz en México. Antecedentes, situación actual y perspectivas. *Contaduría y Administración*, (221), 209-246.
- Nieuwenhuis, P., Beresford, A., y Choi, A. K. Y. (2012). Shipping or local production? CO<sub>2</sub> impact of a strategic decision: An automotive industry case study. *International Journal of Production Economics*, 140(1), 138-148. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.01.034>
- OMC (2014). *Informe sobre el Comercio Mundial 2014: Comercio y desarrollo: tendencias recientes y función de la OMC*. Ginebra: OMC. Recuperado de: <https://doi.org/10.30875/163070b6-es>
- Panayotou, T. (1993). *Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development* (ILO working papers 992927783402676). Ginebra: OIT. Recuperado de: <https://ideas.repec.org/p/ilo/ilowps/992927783402676.html>
- Pietrobelli, C., y Staritz, C. (2018). Upgrading, interactive learning, and innovation systems in value chain interventions. *The European Journal of Development Research*, 30(3), 557-574. Recuperado de: <https://doi.org/10.1057/s41287-017-0112-5>
- Ruiz, A. A. R. (2019). Diferencias entre el TLCAN y el TMEC y sus posibles impactos para México. *Perfiles de las Ciencias Sociales*, 7(13), 1-19.
- Ruiz Nápoles, P. (2011). Estimación de los costos relativos de las emisiones de gases de efecto invernadero en las ramas de la economía mexicana. *El Trimestre Económico*, 78(309), 173-191. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.20430/ete.v78i309.34>
- Savino, M. M., Manzini, R., y Mazza, A. (2015). Environmental and economic assessment of fresh fruit supply chain through value chain analysis. A case study in chestnuts industry. *Production Planning and Control*, 26(1), 1-18. Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/09537287.2013.839066>
- Shih, S. (1992). *Empowering Technology – Making Your Life Easier*. Nuevo Taipéi: Acer.
- Sturgeon, T. J., Memedovic, O., Van Biesebroeck, J., y Gereffi, G. (2008). Globalisation of the automotive industry: Main features and trends. *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, 2(1-2), 7-24. Recuperado de: <https://doi.org/10.1504/IJTLID.2009.021954>
- Trade Map (s. f.). Recuperado de: <https://www.trademap.org/Index.aspx>

- Wang, D., Zamel, N., Jiao, K., Zhou, Y., Yu, S., Du, Q., y Yin, Y. (2013). Life cycle analysis of internal combustion engine, electric and fuel cell vehicles for China. *Energy*, 59, 402-412. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.07.035>
- Wang, J., Wan, G., y Wang, C. (2019). Participation in gvcs and CO<sub>2</sub> emissions. *Energy Economics*, 84. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104561>
- Yan, X. (2009). Energy demand and greenhouse gas emissions during the production of a passenger car in China. *Energy Conversion and Management*, 50(12), 2964-2966. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2009.07.014>
- Yasmeen, R., Li, Y., y Hafeez, M. (2019). Tracing the trade-pollution nexus in global value chains: Evidence from air pollution indicators. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(5), 5221-5233. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3956-0>
- Zafar, M. W., Mirza, F. M., Zaidi, S. A. H., y Hou, F. (2019). The nexus of renewable and nonrenewable energy consumption, trade openness, and CO<sub>2</sub> emissions in the framework of EKC: Evidence from emerging economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(15), 15162-15173. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04912-w>