

Notas en torno a la transición energética y digital de la industria automotriz y la posición del sector en España

Mario Rísquez Ramos¹

Fecha de aceptación : 30 de marzo de 2021/ fecha de aceptación: 14 de marzo de 2022

Resumen. La industria del automóvil está experimentando transformaciones profundas relacionadas con la transición hacia el vehículo eléctrico, conectado, autónomo y compartido. Este proceso de transición revela impactos en la arquitectura de las cadenas globales de producción del sector, en concreto, en el diseño del propio producto, en cómo se organizan los procesos productivos y logísticos y en los actores que participan en las cadenas.

El objetivo de este trabajo es ofrecer unas notas de investigación acerca de las principales tendencias que se observan en este proceso de transformación y plantear, aun de manera tentativa, algunas dimensiones de análisis clave para analizar la posición de la industria automotriz española en este contexto de transición.

Palabras clave: cadenas globales de producción, industria automotriz, organización industrial, cambio tecnológico.

[en] Notes on the energy and digital transition of the automotive industry and the sector's position in Spain

Abstract. The automotive industry is experiencing an in-depth transformation related to the transition towards electric, connected, autonomous and shared vehicles. This transition process reveals impacts on the architecture of the sector's global production chains, specifically, on product design, on the organization of production and logistics processes, and on the actors that participate in the chains.

The objective of this paper is to offer some research notes about the main trends observed in this transformation process and to propose some key analysis dimensions to analyze the position of the Spanish automotive industry in this context of transition.

Keywords: Global production chains, Automotive industry, Industrial organization, Technological change.

Cómo citar: Rísquez Ramos, M. (2021). Notas en torno a la transición energética y digital de la industria automotriz y la posición del sector en España, en *Papeles de Europa* 34, 57-64.

JEL: F12, L62, L16, O33.

1. Introducción

La transición que actualmente se está impulsando en la industria automotriz se apoya sobre el desarrollo de un nuevo tipo de vehículo que está caracterizado por ser eléctrico, conectado y autónomo. Esta transición se inscribe a su vez en una serie de tendencias generales que exceden al ámbito exclusivo de la industria automotriz, y que se encuentran vinculadas a la transición energética y digital de la economía. En este sentido, el nuevo tipo de vehículo al que se está transitando va a reconfigurar la arquitectura de la cadena de producción que se desarrolla en el sector del automóvil, alterando también de manera previsible el modelo de negocio del sector, debido principalmente a las fuentes de ingresos que van a suponer los servicios digitales asociados al vehículo conectado y autónomo y a la promoción del vehículo compartido. Además de alterar el modelo de negocio y reconfigurar la arquitectura de las cadenas en la industria, esta transición también viene aparejada a la entrada de nuevos actores, que en el contexto de la misma pueden disputar el liderazgo de la industria, o de segmentos o dimensiones concretas de la cadena.

Todo ello va a tener un impacto sobre la especialización tecnológica y la organización de los procesos productivos y logísticos en las plantas ensambladoras de vehículos, en las proveedoras que nutren las cadenas

¹ Grupo de Investigación UCM Charles Babbage en Ciencias Sociales del Trabajo
mrisque@ucm.es
ORCID: 0000-0002-9243-2585

de suministro de las primeras y, por tanto, también sobre el empleo y las condiciones laborales en el sector. En cualquier caso, se trata de tendencias y dinámicas que están en curso, que pueden tomar distinto grado de profundidad y que se pueden desarrollar a diferentes velocidades incluso en distintos espacios geográficos, y sobre las que diferentes actores están teniendo o pueden tener capacidad de incidencia.

En las siguientes páginas se plantea, en primer término, una caracterización del nuevo tipo de vehículo que se está desarrollando –en comparación con el vehículo tradicional–, de los cambios que proyecta el diseño del nuevo vehículo sobre los procesos productivos en las plantas ensambladoras y en las cadenas de suministro, y de la reconfiguración de los actores que participan en la cadena. En segundo lugar se apuntan algunas reflexiones y preguntas abiertas, de carácter tentativo, acerca del posicionamiento de la industria automotriz española en el marco de esta transición y de los retos que afronta.

2. Nuevo tipo de vehículo, cambios en la cadena y entrada de nuevos actores

La transición entre el vehículo de combustión interna y el propulsado por energías alternativas induce cambios significativos en el diseño del propio vehículo. Los vehículos de combustión interna generan la fuerza a través de un motor central, situado generalmente en la parte delantera del vehículo, y dirigen esta fuerza a través del sistema de transmisión y el embrague hacia las ruedas. En este tipo de vehículo, una serie de componentes periféricos son responsables del control del motor, de los procesos de encendido, del mantenimiento de la energía, del calentamiento y la refrigeración, del almacenamiento del combustible y su provisión, etc.

En cambio, el nuevo tipo de vehículo presenta modificaciones significativas con respecto al vehículo tradicional de combustión. En función de las fuentes de energía sobre las que se propulsan los nuevos vehículos, se pueden distinguir tres tipos de vehículos eléctricos (Mahmoudi *et al.*, 2014). Por un lado, en los vehículos de batería eléctrica, la potencia para su propulsión se toma de la batería, que se recarga en una fuente de energía eléctrica. Por otro lado, los vehículos eléctricos híbridos disponen de un motor eléctrico, que se utiliza generalmente a baja velocidad –en entornos urbanos–, y un motor de combustión, que se utiliza a mayor velocidad –por ejemplo, en autopistas–. En este tipo de vehículos la batería se carga a través del motor de combustión. Por último, los vehículos híbridos eléctrico-enchufables se basan en el concepto del vehículo híbrido, pero pueden recargar la batería a través de una fuente de energía eléctrica.

A medio plazo, diversos factores como la reducción de los costes de fabricación y el despliegue de las infraestructuras de recarga permiten anticipar que el vehículo eléctrico puro pueda convertirse en la tecnología dominante (Scholtes, 2019: 114). El vehículo eléctrico tiene un motor central o motores separados para cada rueda y un pack de baterías, mientras que los componentes periféricos son menos complejos que en el caso del vehículo convencional.

En síntesis, se estima que el sistema de propulsión de los vehículos de combustión interna –para un modelo de gama media– están compuestos por alrededor de 1.400 partes o piezas, y que aproximadamente un tercio del valor total de la cadena de suministro del automóvil se genera en la industria vinculada al propio sistema de propulsión. En cambio, los sistemas de propulsión de los vehículos eléctricos se componen de alrededor de 200 piezas y componentes, lo que supone una reducción del 86% con respecto al vehículo convencional (Casper y Sudin, 2021: 127).²

Por tanto, con la transición al vehículo eléctrico algunos componentes del vehículo de combustión interna como el motor y la caja de cambios, y respuestos como los sistemas de escape con silenciadores, los silenciadores centrales, alternadores y bombas de combustible, incluidos también sus sensores, desaparecen (Dombrowski *et al.*, 2011). De igual modo surgen o se adaptan nuevos módulos del vehículo como las baterías, el motor eléctrico, el sistema de transmisión, los frenos, las bombas de agua o los sistemas de dirección (Klug, 2014).

En este sentido, la transición al vehículo eléctrico se está realizando de manera escalonada, en tanto que hay modelos de vehículo eléctrico que se diseñan conservando y adaptando parte del diseño de los modelos convencionales, es decir, suponen una suerte de conversión de modelos de vehículo de combustión interna en modelos eléctricos. Por otro lado, también se diseñan modelos cuya concepción es radicalmente nueva, introduciendo innovaciones, funcionalidades y posibilidades vinculadas directamente a la concepción de un modelo eléctrico.

El grado de diferenciación de los modelos eléctricos frente a los convencionales tiene una serie de implicaciones importantes en torno a los procesos productivos y la logística en las plantas ensambladoras, y en consecuencia también sobre las cadenas de suministro de piezas y componentes. En la actualidad el conjunto del proceso que deviene en la fabricación de un automóvil se organiza en torno a una cadena de producción compuesta, en síntesis, por una fábrica terminal en la que se ensamblan los vehículos y una red de proveedoras organizadas en distintos niveles encadenados de aprovisionamiento. Generalmente en cualquier planta termi-

² El Departamento de Energía de Estados Unidos ofrece una infografía de los diferentes componentes principales de los distintos tipos de vehículos: <https://afdc.energy.gov/vehicles/how-do-gasoline-cars-work>

nal de producción de automóviles se desarrollan las cuatro fases finales del proceso de fabricación: embutición, ferraje, pintura y montaje.

Asimismo, en la actualidad la arquitectura técnica y organizacional que toma tanto el diseño de los vehículos, de los procesos productivos y de la cadena de suministro, se basa en una concepción modular de la producción. De este modo, el diseño del vehículo consta de distintos módulos o subsistemas, que son estructural y funcionalmente independientes entre sí, y que se pueden combinar de diversas formas para dar lugar a una mayor variedad de producto, sobre la base de compartir un creciente porcentaje de piezas comunes.³ El diseño de estos vehículos se desarrolla sobre plataformas, que constituyen el soporte básico sobre el que se ensambla el conjunto del vehículo, e incluye elementos como el chasis, los soportes del motor, la caja de dirección o los puntos de fijación para la suspensión trasera y delantera (Lampón *et al.*, 2017). La nueva generación de plataformas modulares que se están desarrollando durante la última década permite que la infraestructura técnica sobre la que se ensambla el vehículo pueda adoptar diferentes dimensiones, sobre una misma base de componentes comunes. De este modo, en las nuevas plataformas no solo se pueden ensamblar modelos de un mismo segmento, sino que ahora es posible fabricar sobre una misma plataforma modelos de diferentes tamaños.⁴

La implantación de estas plataformas modulares en las fases de montaje de las plantas ensambladoras dota a las fábricas de unas instalaciones técnicas versátiles y polivalentes, capaces de producir una amplia variedad de modelos, concebidos sobre un diseño modular. En este sentido, esta modularización en el diseño del producto, que tiene su traslación a las plantas ensambladoras, también imprime cambios en las cadenas de suministro. Los fabricantes han llevado a cabo un creciente proceso de externalización de fases enteras de sus procesos productivos, desprendiéndose de la fabricación de subconjuntos cada vez más grandes del vehículo, subcontratando estos subconjuntos o módulos del vehículo a fábricas preensambladoras, y externalizando en cascada, “aguas abajo” en la cadena de suministro, el conjunto de piezas y componentes del vehículo en distintos niveles de provisión (López *et al.*, 2020).⁵

La clave de bóveda de la estrategia modular es que necesita estandarizar las interfaces entre los módulos del vehículo, es decir, la estandarización de los componentes y las conexiones entre ellos es una cuestión crucial. Por tanto la concepción de las plataformas modulares puede permitir integrar conceptos de vehículo técnicamente alternativos, y este hecho adquiere especial importancia en el contexto de la transición al vehículo eléctrico. Asimismo, la coordinación de los flujos de materiales, en términos de volumen y de secuenciación en su paso por la línea de montaje también es un elemento crítico, en un contexto de nullos o escasos inventarios, y en el que los retrasos en las entregas significan pérdidas.

Así, el grado de diferenciación en el diseño del vehículo, entre modelos de combustión interna y modelos propulsados por energías alternativas, plantea diferentes arquitecturas productivas de las cadenas de fabricación. El diseño del nuevo tipo de vehículo eléctrico puede concebirse de manera radicalmente nueva o a partir de la conversión y adaptación de modelos de combustión a modelos eléctricos. De este modo, el grado de diferenciación en el diseño del vehículo incide en las infraestructuras industriales y los procesos productivos, logísticos y de suministro.

Por un lado, algunos modelos eléctricos se diseñan sobre la base de modelos de vehículo de combustión interna, adaptando algunos módulos del vehículo. Aquí el nivel de diferenciación es ciertamente bajo, y ambos modelos de vehículo se pueden ensamblar sobre la misma línea de montaje. De este modo se pueden aprovechar las mismas infraestructuras industriales de una manera polivalente y flexible. Recientemente algunas plataformas modulares están diseñadas de manera que permiten el ensamblaje de modelos basados en sistemas de combustión interna, híbridos y eléctricos.

No obstante, un objetivo logístico fundamental es optimizar la utilización de las instalaciones e infraestructuras productivas. La producción de vehículos eléctricos requiere de operaciones específicas que requieren de mucho tiempo, como el ensamblaje de la batería, su carga y su control, y estas restricciones de tipo principalmente tecnológico pueden dificultar la integración de la producción de ambos tipos de vehículo sobre un mismo sistema. Para los fabricantes puede resultar más favorable, en términos de optimización de los flujos de producción, desagregar parcialmente alguna fase de la producción en las fábricas terminales. De este modo, parte de los procesos se pueden efectuar de manera paralela, desacoplándose de un mismo sistema integrado de producción (el sistema de producción se desacopla parcialmente en dos subsistemas paralelos).

³ La modularización permite configurar nuevas variedades de producto, de manera más rápida e incurriendo en bajos costes, lo que favorece respuestas más flexibles a las variaciones de la demanda. El diseño del producto, y por ende también de los métodos y procesos que resultan necesarios para su fabricación, se convierten en una cuestión fundamental en materia de competitividad, pues se estima que en torno al 70% de los costes finales del producto se determinan en la fase de su diseño (Dessalegn y Kebede, 2020).

⁴ A nivel general los grandes fabricantes de la industria automotriz están impulsando durante los últimos años una política de reducción de plataformas, con el propósito de incrementar los niveles de producción de vehículos por plataforma (Cepal, 2017). De hecho, diversos fabricantes de la industria automotriz están realizando avances significativos durante los últimos años en el proceso de modularización. Destacan, por ejemplo, Volkswagen y su plataforma modular MQB, la alianza Renault-Nissan y su plataforma Common Module Family (CMF), o la plataforma UKL del fabricante BMW. Se trata de un proceso, además, cuyo desarrollo se está concentrando principalmente en Europa (Lampón *et al.*, 2017; Lampón *et al.*, 2019: 713).

⁵ En el proceso de modularización de la producción el fabricante –la gran empresa transnacional que lidera la cadena de producción– es el actor que diseña la arquitectura del producto, y por ende de los procesos productivos –en este caso fragmentados y organizados en cadenas o redes de producción–.

Por otro lado, la concepción de vehículos eléctricos radicalmente diferentes de los convencionales requiere de infraestructuras productivas y de una red de proveedores específica para el modelo de vehículo, por lo que apenas se produce ningún tipo de convergencia o sinergia entre los procesos productivos en la fábrica ensambladora y en la cadena de suministro para la fabricación de vehículos convencionales y eléctricos. En este escenario, sobre todo cuando el grado de diferenciación de los vehículos es sustancialmente elevado y el nivel de demanda es bajo, al fabricante puede resultarle más óptimo subcontratar directamente la producción de los vehículos eléctricos en fabricantes especializados.

En caso de que exista un volumen de demanda considerable de vehículos eléctricos, los fabricantes pueden adoptar una tercera alternativa, optando por implantar fábricas de fabricación exclusiva de este tipo de vehículos en localizaciones cercanas a importantes fuentes de demanda y en donde haya desarrollada o se pueda desarrollar una base de proveedores competente, con objeto de desarrollar economías de escala internas a la fábrica y externas, vinculadas a la cadena de suministro, de manera que las inversiones que se requieren para la implantación de estas nuevas infraestructuras productivas –elevados costes hundidos– pueda rentabilizarse en el menor tiempo posible.

Esta transición al vehículo eléctrico también modifica sustancialmente la configuración industrial de las cadenas de suministro, es decir, la tipología de empresas e industrias que nutren las cadenas de aprovisionamiento de las piezas y componentes vinculados al vehículo eléctrico. En este sentido, parece previsible que todos aquellos proveedores de las piezas y componentes características del vehículo de combustión, que no tienen presencia en los vehículos propulsados por energías alternativas, vayan perdiendo volumen de producción a medida que avance esta transición hacia el vehículo eléctrico. Igualmente, cobrarán especial importancia proveedores de piezas y componentes nucleares del nuevo tipo de vehículo. Así, adquirirán una mayor presencia en las cadenas de suministro empresas insertas en la industria química y electrónica, que dispongan de tecnologías y competencias clave en materia de fabricación de sistemas de baterías, incluido también todo aquello que tiene que ver con el software de gestión de la potencia, la temperatura y el mantenimiento de las baterías, o los componentes electrónicos que optimizan su funcionamiento (Hensley *et al.*, 2009). En concreto, los fabricantes de células de baterías van a jugar un rol determinante, pues debido a la complejidad técnica de este tipo de productos, las competencias clave que disponen estas proveedoras les van a conferir un papel crucial en el marco de las cadenas de producción del vehículo eléctrico.⁶

Si bien los grandes fabricantes de la industria automotriz han dominado tradicionalmente el diseño y la fabricación de los sistemas de propulsión basados en los motores de combustión, con la transición al vehículo eléctrico, a pesar de que los fabricantes seguirán controlando tecnologías clave, su participación en el diseño, las tecnologías y la fabricación de este módulo se reducirá, frente al papel creciente que están jugando las empresas vinculadas a las tecnologías y la producción de baterías y componentes electrónicos asociados a las mismas.

La batería en el vehículo eléctrico se convierte en un componente fundamental, que supone alrededor de la mitad del coste del vehículo (CCOO, 2018: 35).⁷ El sector de producción de baterías presenta una estructura de mercado oligopólica a nivel mundial y una concentración geográfica de los principales proveedores en Asia (Geröcs y Pinkasz, 2019: 185). En concreto, menos de una decena de empresas con sede en China⁸, Japón⁹ y Corea del Sur¹⁰ disponen de las capacidades de producción y de las tecnologías de fabricación de baterías más desarrolladas y acaparan buena parte de la cuota de mercado, abasteciendo de baterías a los principales fabricantes de automóviles a nivel mundial.

Las diferencias en el diseño de los vehículos de combustión interna y de tipo eléctrico no reside únicamente en el volumen de partes y componentes y en su tipología, también en los materiales de los que están hechos (Valero *et al.*, 2021; Iglesias-Émbil *et al.*, 2020). En este sentido, también adquirirán mayor presencia empresas e industrias de extracción y procesamiento de materias primas clave para la fabricación de los nuevos vehículos (CCOO, 2018: 34).

No obstante, no solo la transición al vehículo eléctrico va a imprimir cambios tecnológicos, organizacionales y geográficos sobre los procesos productivos y las cadenas de suministro; la transición hacia el vehículo conectado, autónomo y compartido también está generando cambios en las cadenas de suministro de bienes y servicios asociados al nuevo tipo de vehículo, la entrada de nuevos actores y una disputa en el liderazgo de esta transición, vinculada principalmente con el aprovisionamiento de determinados componentes electrónicos y servicios digitales clave en este nuevo tipo de vehículo. En este sentido, en el marco del desarrollo tecnológico hacia el vehículo autónomo, compartido y conectado se están tejiendo multitud de alianzas entre grandes grupos empresariales y grandes empresas transnacionales punteras en tecnologías de la información, las teleco-

⁶ Un sistema de batería está organizado habitualmente en módulos de batería. Por ejemplo, 12 módulos de batería con 8 células pueden dar lugar a un sistema de 96 células de batería en total. La fabricación de las células absorben un elevado porcentaje de los costes en la fabricación de las baterías.

⁷ A medida que avance su desarrollo tecnológico y su volumen de producción es probable que los costes de fabricación paulatinamente vayan disminuyendo, por lo que el porcentaje que representa del coste total del vehículo también se reduciría.

⁸ Envision AESC, BYD y CATL.

⁹ Panasonic

¹⁰ SK Battery (SK Innovation), Samsung SDI y Energy Solution LG.

municaciones y el tratamiento de datos y aquellas otras que articulan su negocio en torno a la movilidad en las grandes ciudades. Esta transición, por tanto, además de transformar la matriz productiva va a generar cambios importantes en el modelo de negocio en el sector del automóvil.

Por un lado, el vehículo conectado implica una creciente incorporación de tecnología en los vehículos: de electrónica avanzada, de software y componentes de hardware como sensores y cámaras (CEPAL, 2017: 115). La entrada de nuevos participantes en las cadenas globales de producción de automóviles se pueden agrupar en distintos ámbitos: proveedores de infraestructuras, como los operadores de telecomunicaciones (América Móvil, Telefónica, AT&T), gestores de plataformas (Amazon –AWS–, Google, Cisco), actores clave que deben trabajar de manera coordinada para ofrecer estructuras de apoyo y servicios, desde elementos vinculados a la computación en la nube, hasta servicios de almacenamiento y gestión y análisis de Big Data. También empresas tecnológicas de hardware (Robert Bosch GmbH, General Electric, Siemens, Asea Brown Boveri (ABB) Group, etc.) y de software (IBM, SAP, Software AG, etc.) que proporcionan robots colaborativos o sistemas de mantenimiento remoto, claves para la automatización y digitalización de las plantas ensambladoras y los sistemas logísticos (CEPAL, 2017: 122-123).

La electrónica está penetrando en la industria del automóvil de una manera profusa especialmente durante la última década. Desde que en la década de 1980 se introdujeran los primeros módulos de control digital del motor, en la actualidad un automóvil medio contiene alrededor de 60 microprocesadores –se han multiplicado por cuatro en la última década– y más de 10 millones de líneas de código de software (CEPAL, 2017: 125). De este modo el software, los sensores, las cámaras y otros componentes configuran sistemas avanzados de asistencia al conductor y a los pasajeros que les permiten interactuar con los diferentes sistemas del vehículo, impulsando la conectividad y los sistemas de entretenimiento a bordo. La transición al vehículo conectado ha alcanzado un grado de maduración particularmente avanzado durante los últimos años:

El ecosistema de empresas y actividades asociadas al vehículo conectado es amplio y complejo, pero también se desarrolla sobre estructuras de mercado oligopólicas a nivel mundial, dominadas por grandes empresas fuertemente transnacionalizadas, algunas de ellas líderes mundiales si tomamos en consideración diferentes parámetros como los niveles de ingresos, el volumen de activos o la capitalización bursátil. En este sentido, el músculo económico-financiero de estas grandes empresas transnacionales sobrepasa de manera significativa la capacidad económica y financiera de los grandes fabricantes de automóviles, lo que permite conjeturar que la entrada de estos nuevos participantes pueda alterar las relaciones de poder en torno al liderazgo de este proceso de transición.

De este modo, los fabricantes de vehículos y las empresas proveedoras de componentes tradicionales vinculados a los vehículos de combustión interna previsiblemente reducirán su participación en los ingresos totales que se generan en el marco de la cadena de producción del vehículo eléctrico y conectado, mientras que todas aquellas proveedoras de tecnologías, electrónica y servicios digitales adquirirán una mayor relevancia, en particular con el crecimiento de los vehículos eléctricos, una transición a día de hoy menos desarrollada que la del vehículo conectado. Aunque las estimaciones son diversas, muchas de ellas apuntan a que el componente electrónico represente cada vez un mayor porcentaje del valor agregado del vehículo, especialmente en los vehículos eléctricos, que requieren de un menor porcentaje de elementos mecánicos y elevan su composición de elementos de tipo electrónico.

Por otro lado, otro de los elementos de esta transición tiene que ver con la autonomía en la conducción del vehículo. Se trata de un conjunto de innovaciones aún en curso, cuyo desarrollo y aplicación en los vehículos se clasifica en distintos niveles de automatización de la conducción. En este ámbito también hay una fuerte disputa en torno al liderazgo en las tecnologías de conducción autónoma. Desde el primer lustro de la década pasada eran principalmente empresas alemanas y japonesas las que fueron logrando una posición de liderazgo en estas tecnologías, a partir de elevadas inversiones en I+D vinculadas a la conducción conectada y autónoma y la obtención de patentes (CEPAL, 2017: 130). En esta parcela de innovación, al igual que ocurre con lo referido al vehículo conectado, proliferan multitud de alianzas entre los grandes fabricantes de automoción y grandes empresas transnacionales tecnológicas, de componentes y electrónica avanzada, como Google, Intel, Samsung, Bosch o Delphi. Algunas grandes empresas tecnológicas, como Apple y Google, también han lanzado sus propios vehículos autónomos en los últimos años. Por último, en relación al vehículo compartido, además de alianzas entre fabricantes y empresas tecnológicas (Google, Apple, Amazon, etc.), aquí se produce una alteración del modelo de negocio, y en torno a ello adquieren una presencia preponderante empresas de plataformas como UBER, Lyft o Didi. Las previsiones acerca del avance en la movilidad compartida indican un creciente porcentaje del total de los ingresos que se generan en la cadena de valor del vehículo en torno a este ámbito de actividad.

3. Conjeturas e interrogantes en torno a la posición de la industria automotriz en España en el marco de esta transición

A partir de los múltiples elementos que se han planteado anteriormente a continuación se arrojan algunas conjeturas e interrogantes, de manera muy sintética, en torno a la posición de la industria automotriz española y los

retos que podría enfrentar en el contexto de esta transición energética y digital de la industria automotriz. En este sentido, en primer término se apuntan algunas reflexiones de carácter general, para posteriormente apuntar algunas dimensiones y variables de análisis más concretas sobre el objeto que nos ocupa.

En primer lugar, cabe poner de relieve el espacio geográfico que reúne las condiciones más óptimas para actuar de vanguardia en esta transición al vehículo eléctrico y conectado: Asia, y en concreto China. Esta región dispone de un volumen de demanda de consumo creciente, de recursos materiales y energéticos importantes para llevar a cabo esta transición energética y digital en la industria, y de empresas punteras que dominan las tecnologías y el mercado en la provisión de los principales componentes del vehículo –y en particular de las baterías–, además de recibir un creciente interés de los grandes fabricantes de automoción por dirigir flujos de inversión extranjera directa en su economía e implantar fábricas ensambladoras, en relación con la apertura gradual, dirigida –y orientada hacia determinados objetivos estratégicos– de su economía frente al exterior. Todo ello permite lanzar la conjetura de que probablemente una gran primera oleada del impulso hacia el vehículo eléctrico se desarrolle en China, pues este conjunto de condiciones en cierto modo aportan un mayor grado de garantía –en comparación con las que presentan otras regiones– para que el capital privado transnacional encuentre márgenes de rentabilidad suficientes con los que dinamizar esta transición en las primeras fases de desarrollo.

En el contexto de este desplazamiento del centro de gravedad en términos geográficos de las innovaciones y el desarrollo de esta transición en la industria, también conviene poner de relieve algunos elementos de incertidumbre y factores que actúan de obstáculos o limitantes de esta transición.

Los elementos de incertidumbre tienen que ver con las decisiones que tomen diferentes actores en un marco de conflicto sobre distintas cuestiones asociadas a la transición, y con la capacidad de agencia que tienen y/o que sean capaces de desarrollar en este contexto. Se trata de una transición disputada, en la que existen diversos ámbitos o nodos de conflicto en torno al dominio de las tecnologías más avanzadas, de los estándares de producción, de la cuota de mercado frente a nichos con importante margen de crecimiento, etc. Una disputa entre capitales que se desarrolla a escala transnacional, y que principalmente involucra a grandes capitales transnacionales con sede en la región asiática (China, Japón y Corea) y en Estados Unidos, y en menor medida de Europa, que cuenta con una menor presencia de empresas punteras vinculadas a esta transición energética y digital de la industria.

Vinculada a estas disputas entre capitales, los Estados también están actuando en defensa –y en connivencia– del capital considerado nacional. Los efectos de la pandemia en la interrupción de los circuitos de suministro globales y más recientemente la guerra en Ucrania han puesto de manifiesto la fragilidad en la que se desarrollan las interdependencias productivas y comerciales globales, y ha acentuado más si cabe esa pulsión de repliegue hacia la relocalización de actividades en el marco del Estado nación que ya venía emergiendo con anterioridad. En este sentido, la reconfiguración del marco de relaciones políticas internacionales –y su expresión en términos productivos y comerciales– también tendrá una serie de consecuencias en la industria automotriz que aún están por definir.

Igualmente, no hay que obviar que este marco de transición de la industria del automóvil se inscribe en un contexto de crisis ecológica, que proyecta un previsible y forzoso descenso energético, cuellos de botella en la producción y distribución de determinados recursos materiales no energéticos, y un escenario de precios volátiles y sujetos a dinámicas de carácter especulativo, con la presencia de tensiones inflacionarias. En este ámbito, por sus implicaciones estructurales e insoslayables, hay que subrayar las consecuencias que la crisis ecológica tiene sobre la viabilidad de la propia transición industrial en el sector. El agotamiento de recursos energéticos fósiles y de materiales críticos para la transición hacia otra matriz energética pone en cuestión la profundidad de la propia transición, al menos sin cambios sustanciales en los patrones de funcionamiento de las sociedades industriales actuales. Y también permite poner en cuestión que esta transición se vehiculice a través del sector privado –cuya dinámica de funcionamiento se rige por la búsqueda de rentabilidad– en un contexto de incertidumbre sobre la rentabilidad futura de inversiones que requieren de elevados costes hundidos, y sobre un contexto de volatilidad y tensiones inflacionistas en el precio de unas materias primas cuya disponibilidad –económicamente rentable– es decreciente.

Aquí las disputas no solo se están desarrollando ya –como de hecho ha sucedido históricamente– entre capitales y Estados por el control de recursos energéticos fósiles y materiales no energéticos, claves para el conjunto de la economía, y en concreto para la transición energética e industrial del sector automotriz; también se prevé que esta coyuntura crecientemente inestable genere fricciones sociales y resistencias ante los cambios estructurales en nuestras formas de organización social, a consecuencia de la crisis ecológica, y especialmente si estos cambios se despliegan desde una perspectiva socialmente regresiva. El cómo gestionar políticamente este escenario de crisis y sus consecuencias es una de las tareas más complejas de abordar, sobre todo si en el marco de un debate que habitualmente se centra en el “qué hacer” se introduce la presencia en el análisis de sujetos, intereses y relaciones de poder. Esto, que excede con mucho al ámbito exclusivo de la transición en el sector automotriz, también va a tener una expresión en esta dimensión. Cambios en los patrones de movilidad, restricciones a la utilización de vehículos, modificaciones en los sistemas fiscales asociados a la automoción, entre otras dimensiones vinculadas a la transición en el sector, no se encuentran exentos de una potencial con-

flictividad social en función de cómo se gestionen. Cómo se desarrollen y se resuelvan todos estos conflictos sin duda va a ir delineando la forma, la profundidad y la velocidad que toma la transición industrial en el sector automotriz en las diferentes regiones y sus impactos sociales.

También resulta conveniente poner el foco sobre el contexto económico-financiero internacional, y cómo cambios en las políticas fiscales, monetarias y en los marcos regulatorios pueden dinamizar u obstaculizar esta transición. Un entorno macroeconómico-financiero que favorezca la dinámica de acumulación a nivel transnacional seguramente actuaría de elemento incentivador de la transición al vehículo eléctrico. En este sentido, toma especial importancia el mantenimiento de las políticas fiscales expansivas que se han desplegado a raíz de la crisis derivada de la pandemia, y en especial las políticas monetarias expansivas que se vienen articulando y manteniendo desde el estallido de la crisis económica internacional de 2008. Esto último es condición necesaria para dinamizar el crédito privado, un factor fundamental para facilitar la financiación de esta transición industrial, que requiere de elevadas inversiones sostenidas en el tiempo.

En este marco en el que se apuntan algunas cuestiones de carácter general vinculadas a la transición energética y digital de la industria automotriz, cabe preguntarse en qué posición se encuentra la industria automotriz española, y cómo puede enfrentar esta coyuntura. Una de las primeras valoraciones que se pueden hacer al respecto es que a pesar de que la industria española de automoción presenta algunos rasgos comunes o transversales, se trata de un ecosistema de empresas –fábricas ensambladoras y proveedoras– que por sus especificidades en este contexto de transición requerirían de análisis particulares acerca de cómo enfrentan este marco de transición al vehículo eléctrico, conectado, autónomo y compartido. En este sentido, a continuación se plantean de un modo tentativo algunas dimensiones y variables clave que deberían ser tomadas en consideración para el análisis particular de la viabilidad de cada planta ensambladora y la cadena en la que se inserta.

Por un lado, resulta pertinente identificar a qué grupos o fabricantes pertenecen las plantas ensambladoras. En función de cuál es el plan estratégico –a varios años– que están tratando de desarrollar las matrices –principalmente en lo relativo a esta transición–, y en términos generales de cuáles son los pilares sobre los que se asienta su estrategia de rentabilidad –y, en definitiva, su modelo de organización productiva–, se puede declinar una información relevante para valorar el rol estratégico que juega una planta determinada dentro de la estrategia corporativa que emana de la matriz.

Igualmente, también resulta pertinente analizar la coyuntura económico-financiera que atraviesa el grupo y su entorno de competencia regional, principalmente en su división europea, en el sentido de evaluar sus cifras de rentabilidad productiva y la evolución de su cuota de mercado, el número de plantas y el grado de utilización de sus capacidades productivas, el perfil o segmento de vehículos que produce y las características socioeconómicas de sus fuentes de demanda a nivel regional –en relación con la coyuntura que atraviesan dichas fuentes de demanda–, la competencia regional sobre el mismo segmento de vehículos, etc. A partir de un análisis de este conjunto de cuestiones se pueden proyectar o anticipar posibles decisiones: cierres de plantas, procesos de fusiones entre fabricantes, cambios en la producción y la especialización de producto, etc.

En segundo lugar, resulta interesante trasladar el foco de análisis del grupo a la propia planta ensambladora. En este sentido, a la hora de evaluar la inserción de la planta en el grupo en este contexto de transición puede ser de utilidad analizar la dinámica de inversiones y de costes hundidos del fabricante en la propia planta ensambladora, así como el grado en que se han rentabilizado o no. También conviene identificar en qué modelos –plataforma– está especializada la planta y qué tipo de vehículos produce: combustión, híbridos, eléctricos; si están concebidos modularmente o no; o si se trata de vehículos pesados o ligeros, que emiten más o menos emisiones de CO₂.

Por otro lado, igualmente importante es evaluar elementos como la competitividad-coste y la rentabilidad que proporciona la planta ensambladora al fabricante, en el marco de competencia entre factorías terminales dentro del propio grupo por la adjudicación de nuevos modelos; cuál es el *know-how* y el grado de cualificación de la mano de obra en el contexto de la transición a los nuevos vehículos; si cuenta con una base de proveedores de cercanía competente para transicionar al vehículo eléctrico y conectado, etc.

Más allá del análisis del grupo y de la planta terminal, en tercer lugar el análisis del contexto regulatorio y socio-institucional del territorio en el que se localiza el tejido empresarial también puede arrojar elementos importantes para evaluar el posicionamiento de la industria automotriz. Cuestiones como el grado de restricciones administrativas que arbitra un Estado en procesos de reestructuración empresarial (el marco de negociación regulado por las administraciones públicas y los costes que supone para un grupo llevar a cabo procesos de cierre) sin duda es un elemento importante, sobre todo a nivel comparativo entre territorios, en estos contextos de reestructuración empresarial. Igualmente, la dinámica sindical (elementos como el grado de sindicalización de las plantillas, la orientación estratégica y el marco de relaciones laborales que construyen los sindicatos, etc.) también otorgan una mayor o menor capacidad de agencia sobre estos procesos, no exclusivamente en coyunturas de negociación a la defensiva frente a procesos de reestructuración, sino de manera anticipatoria para tratar de garantizar la viabilidad de los proyectos industriales. En este plano, identificar cuáles son y dónde se sitúan los espacios o centros de decisión resulta también clave para valorar las posibilidades de incidir de manera más o menos efectiva en los procesos de negociación y de toma de decisiones.

De este modo, en el marco de los rasgos generales que a nivel global y sectorial están caracterizando esta transición, a partir de un análisis del grupo y la planta en el contexto económico y socioinstitucional estatal y europeo, se puede disponer de una panorámica general de la posición de una planta ensambladora y del rol que juega y puede jugar a corto y medio plazo en este contexto. Dado que las plantas ensambladoras actúan de cabezas tractoras de la cadena de producción, y entrelazan “aguas abajo” toda la cadena de suministro de piezas y componentes, de la viabilidad del proyecto industrial de la planta ensambladora dependerá en buena medida la viabilidad del conjunto de las proveedoras que se sitúan en un entorno de proximidad geográfica. Igualmente, sobre el conjunto de proveedoras que se localizan en España también se podría situar el foco de análisis para valorar las fortalezas, retos y oportunidades que presentan en este contexto de transición, pero se trata de una cuestión que incluso para un análisis de carácter general requeriría de una extensión que excede la de estas notas generales.

Reconocimiento

Este estudio ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación bajo el proyecto I+D+i con código de referencia: PID2020-116040RB-I00, titulado “Usuarios, Empresas y Cadena de Valor Global ante el nuevo Ecosistema de Movilidad: Retos y Líneas de Acción desde Múltiples”.

Bibliografía

- Casper, R. y Sundin, E. (2021): “Electrification in the automotive industry: effects in remanufacturing”, *Journal of Remanufacturing*, 11, 121-136.
- CEPAL. (2017): “El cambio disruptivo en un sector líder: relocalización, modelos de negocios y revolución tecnológica en la industria automotriz mundial”. En CEPAL (Ed.), *La Inversión Extranjera Directa en América Latina y el Caribe*, Santiago: NNUU.
- CCOO. (2018): “Situación y perspectivas en el sector del automóvil: medidas ambientales, digitalización y automatización de la industria”, *Informe Área de Estrategias Sectoriales*.
- Dessalegn, N. y Kebede, S. (2020): “Design for Manufacturing and Assembly– Review”, *World Academics Journal of Engineering Sciences*, 7(3), 60-67.
- Dombrowski, U., Engel, C. y Schulze, S. (2011): “Changes and challenges in the after sales service due to electric mobility”, *International Conference on Service Operations, Logistics and Informatics*, Beijing, 77-82.
- Geröcs, T. y Pinkasz, A. (2019): “Relocation, standardization and vertical specialization: Core–periphery relations in the European automotive value chain”, *Society and Economy*, 41(2). 171-192.
- Hensley, R., Knupfer, S. y Pinner, D. (2009): “Electrifying cars: How three industries will evolve”, *McKinsey Quarterly*, 3, 87-96.
- Iglesias-Émbil, M., Valero, A., Ortego, A., Villacampa, M., Vilaró, J. y Villalba, G. (2020): “Raw material use in a battery electric car – a thermodynamic rarity assessment”, *Resources, Conservation & Recycling*, 158, 1-11.
- Klug, F. (2014): “Logistics implications of electric car manufacturing”, *International Journal of Services and Operations Management*, 17(3), 350-365.
- 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*, 3(4), 707-728.
- Lampón, J.F., Cabanelas, P. y Frigant, V. (2017): “The new automobile modular platforms: from the product architecture to the manufacturing network approach” (Paper No. 79160), Munich Personal RePEc Archive (MPRA).
- López, P., Rísquez, M., y Ruiz-Gálvez, M.E. (2020): “Analysis of the effects of the modular design model of car production on working conditions: The cases of VW Navarra and PSA Vigo”, *Economics and Sociology*, 13(1), 90-101.
- Mahmoudi, C., Flah, A. y Sbita, L. (2014): “Overview of Electric Vehicle Concept and Power Management Strategies”, *Conference: international conference of science and electrical technologies of maghreb 2014*, Túnez.
- Scholtes, R. (2019): “Impacto del vehículo eléctrico en la industria española: disrupción económica en ciernes”, *Revista Economía Industrial*. 411, 113-122.
- Valero, A., Valero, A. y Calvo, G. (2021). *Thanatia: límites materiales de la transición energética*, Prensas de la Universidad de Zaragoza, Zaragoza.