

# Estado mexicano y la reconfiguración geopolítica en la era digital: el sector aeroespacial

*The Mexican State and Geopolitical Reconfiguration in the Digital Age: The Aerospace Sector*

Jhoana Méndez Ramírez\*

8



| Palabras clave            | Keywords                 |
|---------------------------|--------------------------|
| Industria 4.0             | Industry 4.0             |
| Sector aeroespacial       | Aerospace sector         |
| Cadenas de Valor Globales | Global Value Chains      |
| Dependencia tecnológica   | Technological dependence |
| Política industrial       | Industrial policy        |
| México                    | Mexico                   |

**Jel:** O14, O25, L52, L62.

\* Doctora en Ciencias en Desarrollo Científico y Tecnológico para la Sociedad por el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN), Correo electrónico: jhoana.mendez@cinvestav.mx

JHOANA MÉNDEZ RAMÍREZ | *Estado mexicano y la reconfiguración geopolítica en la era digital: el sector aeroespacial*

## Resumen

Este artículo examina el impacto de la Industria 4.0 en la industria aeroespacial mexicana y su posición en las cadenas de valor globales. Mediante 26 entrevistas y 34 encuestas, los resultados muestran que la digitalización no ha fomentado una modernización autónoma. Por el contrario, ha reforzado una gobernanza corporativa cautiva y ha incrementado la dependencia tecnológica y financiera. Se observa una adopción tecnológica asimétrica, una alta concentración de inversión extranjera (50% estadounidense) y un bajo gasto en innovación (0.31% del PIB). Esto evidencia la falta de una política industrial estratégica para lograr soberanía tecnológica. En conclusión, la digitalización en el sector consolida la subordinación económica y tecnológica, en lugar de promover la autonomía productiva. Se requiere una política industrial que integre la innovación, el desarrollo tecnológico y la formación de capital humano, para enfrentar la concentración del poder digital en un contexto geopolítico cambiante.

## Abstract

This article examines the impact of Industry 4.0 on the Mexican aerospace industry and its position in global value chains. Through 26 interviews and 34 surveys, the results show that digitalization has not stimulated autonomous modernization. On the contrary, it has reinforced captive corporate governance and increased technological and financial dependence. Asymmetrical technology adoption, a high concentration of foreign investment (50% from the United States), and low spending on innovation (0.31% of GDP) are observed. This highlights the lack of a strategic industrial policy to achieve technological sovereignty. In conclusion, digitalization in the sector consolidates economic and technological subordination, rather than promoting productive autonomy. An industrial policy that integrates innovation, technological development, and human capital formation is required to address the concentration of digital power in a changing geopolitical context.

9

## Introducción

La Industria 4.0 (I4.0) representa un nuevo paradigma industrial basado en la digitalización de los procesos productivos mediante tecnologías de la información y comunicación (TIC), lo que ha generado expectativas sobre la reducción de costos, el incremento de la eficiencia y el desarrollo de nuevos modelos de negocio (Butollo et al., 2022; Casalet, 2018; Sturgeon, 2019). No obstante, el avance de la digitalización es desigual según los sectores y regiones, afectando de manera distinta las dinámicas productivas globales (Barrientos y Oliveira, 2023). La pandemia por Covid-19 aceleró este proceso, evidenciando desigualdades en las capacidades tecnológicas, de investigación y desarrollo (I+D) entre países, lo que motivó un replanteamiento de las políticas industriales y una intensificación de la competencia internacional, especialmente entre Estados Unidos de América (EUA) y China (Butollo y Staritz, 2022; Casalet y Stezano, 2023; Mazzucato, 2022; Gereffi, Lim, y Lee, 2021).

En este escenario, el sector aeroespacial emerge como un nodo estratégico por su alto valor agregado, complejidad tecnológica y vinculación con la seguridad nacional. Para países como México, que se han insertado en este sector principalmente como plataformas de exportación mediante Inversión Extranjera Directa (IED), la I4.0 plantea una disyuntiva crítica: ¿puede la digitalización en el sector aeroespacial mexicano servir como palanca para un upgrade<sup>1</sup> tecnológico y una mayor autonomía productiva, o más bien consolida y profundiza las relaciones de dependencia existentes en las cadenas de valor globales?

<sup>1</sup> El escalamiento (*upgrade*) se refiere al proceso mediante el cual empresas o países mejoran su posición en la cadena de valor, incorporando actividades de mayor valor agregado, mayor complejidad tecnológica o mejores capacidades organizativas (Gereffi, Humphrey y Sturgeon, 2005).

Este artículo aborda esta pregunta analizando críticamente el caso del sector aeroespacial mexicano. Se argumenta que la incorporación de tecnologías 4.0 no ha impulsado una modernización autónoma. Por el contrario, ha consolidado una gobernanza corporativa cautiva, donde las empresas líderes globales utilizan la digitalización para ejercer un control más estricto y en tiempo real sobre sus proveedores, profundizando las jerarquías tecnológicas y reproduciendo un modelo de integración subordinada.

El objetivo del trabajo es comprender cómo la digitalización transforma la estructura productiva, las capacidades nacionales de innovación y la inserción de México en las cadenas de valor globales, identificando tanto los efectos en los procesos productivos, como las oportunidades y riesgos asociados a una adopción tecnológica desigual. Asimismo, se busca aportar elementos que permitan orientar políticas industriales hacia el fortalecimiento de capacidades locales y la formación de talento especializado clave para la competitividad del sector en un entorno de rápida transformación tecnológica a escala global.

Para estos fines, tras esta introducción, la siguiente sección presenta los enfoques teóricos que abordan de manera general los fundamentos y dinámicas de las Cadenas de Valor Globales (CVG) y el paradigma de la Industria 4.0 como factor disruptivo de dichas cadenas. En esa misma sección se introduce el concepto de “heterogeneidad estructural” y se analiza el resurgimiento de las políticas industriales en el contexto global actual. La tercera sección describe la metodología empleada, para posteriormente presentar y discutir los resultados. Finalmente, la última sección expone las conclusiones y algunas perspectivas derivadas de los argumentos desarrollados a lo largo del artículo.

## Fundamentos y dinámicas de gobernanza en las CVG

El enfoque de Cadenas de Valor Globales (CVG) es una herramienta analítica que estudia cómo los distintos eslabones de valor agregado en una actividad productiva se interconectan a escala económica, trascendiendo fronteras geográficas (Kaplinsky y Morris, 2001). Gereffi y Korzeniewicz (1994) destacan que las CVG pueden ser conducidas por el comprador, por ejemplo, una gran ensambladora con alto poder de adquisición. Asimismo pueden ser conducidas por el proveedor, por ejemplo, empresas con control sobre diseños o tecnologías. Esta distinción es clave para entender las dinámicas de poder en sectores como el aeroespacial, donde la concentración tecnológica en pocos actores globales, como Boeing y Airbus, redefine los roles en la cadena. Cabe mencionar que las filiales o subsidiarias al formar parte de una misma empresa, no son consideradas eslabones de las CVG (Sturgeon, 2021).

Sturgeon (2013a) identifica cuatro factores influyentes en la estructura de las CVG: 1) *input-output*, concerniente a las actividades y flujos de producción dentro de la cadena; 2) geografía, relacionada con la ubicación de los eslabones; 3) instituciones, relacionadas con las normativas locales y/o globales; y 4) gobernanza, relativa a los mecanismos de coordinación entre empresas. La gobernanza en las CVG explica las dinámicas organizativas y espaciales de las cadenas, destacando cómo las fuerzas externas (como cambios tecnológicos) potencian o limitan a los actores involucrados (Gereffi, Posthuma y Rossi, 2021). Gereffi y Korzeniewicz (1994) describen cinco formas de gobernanza: i) mercado, mediante intercambios basados en precios, con información simple; ii) modular, con información compleja

y codificada; iii) relacional, basada en la confianza mutua, con información no codificada; iv) cautiva, mediante información detallada para proveedores dependientes; y v) jerárquica o de gerencia centralizada. Estos factores permiten evaluar la complejidad de las transacciones; sin embargo, están siendo reconfigurados por la integración de tecnologías que introducen nuevas dinámicas de coordinación, como los contratos inteligentes, así como cambios en la redistribución del poder, por ejemplo proveedores con capacidades digitales.

## La Industria 4.0 como disruptor de las CVG

La I4.0 trasciende la mera incorporación de herramientas digitales. Representa un nuevo paradigma productivo que integra el mundo físico y digital mediante sistemas ciberfísicos, creando fábricas inteligentes y redes de producción hiperconectadas (Carrillo et al., 2020; Pereira y Romero, 2017). La I4.0 incluye una variedad de tecnologías como sensores, gemelos digitales, internet de las cosas (IoT), análisis de datos (*big data analytics*), inteligencia artificial (IA) y el uso de la nube para el almacenamiento y procesamiento de datos. Tecnologías que permiten la monitorización, el control y la optimización de procesos en tiempo real, generando flujos masivos de datos que se convierten en un recurso estratégico (Casalet, 2018).

Este cambio tecnológico tiene implicaciones profundas en la organización del trabajo, demandando nuevas habilidades (especialmente técnicas y analíticas) y generando riesgos de desplazamiento laboral (Basco y Lavina, 2021). Más allá de sus efectos operativos, la I4.0 actúa como un vector de reconfiguración del poder dentro de las CVG. La capacidad de capturar, procesar y monetizar datos otorga ventajas competitivas decisivas que tienden a

concentrarse en las empresas líderes que controlan la infraestructura digital, los estándares tecnológicos y la propiedad intelectual (Sturgeon, 2013b; Sturgeon, 2021).

En este contexto, la dependencia tecnológica, desde el enfoque de las CVG, puede definirse como la posición subordinada que ocupan ciertas economías o empresas dentro de estructuras de gobernanza dominadas por firmas líderes que controlan el diseño, las tecnologías críticas y los activos intangibles estratégicos (Gereffi y Korzeniewicz, 1994; Cimoli, Dosi y Stiglitz, 2009). No se trata únicamente de una brecha en capacidades técnicas, sino de una asimetría estructural en la captura de valor y en la toma de decisiones estratégicas dentro de la cadena, lo que limita las posibilidades de *upgrading* funcional y tecnológico. En escenarios de digitalización avanzada, esta subordinación se profundiza mediante el control concentrado de plataformas digitales, software propietario y flujos de datos en tiempo real, elementos centrales del paradigma de la I4.0.

En la industria aeroespacial global, la articulación entre CVG e I4.0 resulta particularmente significativa. La organización jerárquica de la cadena, dominada por grandes fabricantes de equipo original (OEM, por sus siglas en inglés de *Original Equipment Manufacturer*) como Boeing y Airbus, condiciona las oportunidades de escalamiento de proveedores en países en desarrollo (Sturgeon, 2013b). La digitalización se ha convertido en un eje estratégico para la coordinación, trazabilidad y control de procesos complejos, generando nuevas formas de integración vertical y captura de valor (Sturgeon, 2021; Verhoef et al., 2021). Estudios sectoriales indican que la adopción de tecnologías digitales puede incrementar la eficiencia operativa y generar nuevas fuentes de ingresos en la industria aeroespacial, al tiempo que redefine las exigencias tecnológicas

para los proveedores (Doucette et al., 2021). Asimismo, la transformación digital de las CVG del sector aeroespacial plantea desafíos y oportunidades para las políticas industriales orientadas al fortalecimiento de capacidades nacionales (Santos et al., 2019).

En México, si bien el sector aeroespacial ocupa una posición estratégica al generar empleos altamente calificados, dinamizar exportaciones y consolidar segmentos de manufactura avanzada, diversos estudios señalan que su inserción en la CVG se concentra principalmente en actividades de manufactura y ensamble, con limitadas capacidades en diseño, desarrollo tecnológico y apropiación de propiedad intelectual (Hernández, 2015; Samperio, 2018). La adopción de tecnologías ha sido, en muchos casos, dependiente de las estrategias de las empresas líderes, lo que reproduce patrones de dependencia tecnológica y restringe el escalamiento de las firmas nacionales.

### Heterogeneidad estructural y políticas industriales en el resurgimiento global

La “heterogeneidad estructural”, denominada así debido a las asimetrías tecnológicas y la desigualdad en la distribución de ingresos, influye en la creación de actividades económicas de alto valor agregado y la capacidad de las empresas para crear empleos (Cimoli, 2023a). Siguiendo a Celso Furtado (1966, 1970, 2002), la heterogeneidad estructural constituye un rasgo histórico del subdesarrollo y se manifiesta en la coexistencia de sectores y empresas con niveles muy desiguales de productividad, tecnología y capacidad de innovación. Desde esta perspectiva estructuralista, el problema no radica únicamente en diferencias sectoriales de eficiencia, sino en la limitada difusión del progreso técnico a lo largo del tejido productivo,

lo que genera enclaves modernos altamente integrados a los mercados internacionales que coexisten con amplios segmentos rezagados.

Esta configuración técnico-productiva fragmentada restringe el cambio estructural, reproduce desigualdades persistentes y limita la capacidad de las economías periféricas para escalar hacia actividades intensivas en conocimiento. En consecuencia, la heterogeneidad estructural no es un fenómeno coyuntural, sino una condición sistémica que obstaculiza la transformación productiva y la convergencia tecnológica (Furtado, 1966, 1970, 2002). En este marco, la dependencia tecnológica observada en las CVG puede interpretarse como una manifestación específica de dicha heterogeneidad estructural en el plano internacional, donde la asimetría en el control del conocimiento y los activos estratégicos reproduce las brechas productivas entre economías centrales y periféricas. La baja rentabilidad de las empresas nacionales propicia una nula o mínima inversión en I+D (Bárcena y Cimoli, 2022).

En el actual escenario global, cada vez más complejo, la transformación digital, el cambio climático y la competencia tecnológica han emergido tendencias de “desglobalización” y la configuración de un nuevo “orden global” (Rodrik, 2024; Stiglitz y Rodrik, 2024). Estos desafíos globales, junto con las transformaciones estructurales, han impulsado la implementación de políticas industriales como parte de los planes de recuperación postpandemia a nivel mundial (Criscuolo y Lalanne, 2024). Ash, Mukand y Rodrik. (2024) argumentan que las narrativas políticas en torno a la autonomía estratégica, la seguridad nacional y la innovación tecnológica han influido en decisiones estratégicas en países como EUA y China. Un ejemplo paradigmático del resurgimiento de las políticas industriales es la Ley CHIPS Act de 2022, implementada por el gobierno estadounidense,

que otorga asistencia financiera para la producción de semiconductores, con el objetivo de recuperar tecnologías de vanguardia y mantener la supremacía tecnológica frente a China (Casalet y Stezano, 2022; Cimoli, 2023b).

En el sector aeroespacial global, la heterogeneidad estructural se expresa en la marcada división entre países y empresas que controlan el conocimiento, diseño y tecnologías críticas (como la Unión Europea a través de Airbus) y aquellos, como México, que se insertan principalmente en eslabones de manufactura y servicios de menor valor agregado, con escasa apropiación tecnológica. En este sentido, la inserción en segmentos manufactureros sin control sobre activos estratégicos reproduce una forma contemporánea de especialización dependiente, donde el progreso técnico es incorporado pero no internalizado, reforzando la brecha entre economías centrales y periféricas dentro de la cadena (Furtado, 1966, 1970, 2002).

En México, el sector aeroespacial ha sido identificado como estratégico desde la década de 2000. En particular, a través del programa ProAéreo se promovieron alianzas entre clústeres nacionales e internacionales, la integración de proveeduría local y diversas acciones orientadas a incorporar empresas mexicanas en las CVG del sector (SE, 2017). Sin embargo, no se consolidó una política industrial integral dirigida a la generación de capacidades tecnológicas propias, al escalamiento en la cadena de valor ni al fortalecimiento sistemático de la I+D nacional. La estrategia ha privilegiado la atracción de IED y la inserción en eslabones manufactureros, lo que ha permitido dinamizar exportaciones y empleo, sin modificar sustancialmente la heterogeneidad estructural ni la dependencia tecnológica.

El marco de referencia propuesto por Criscuolo et al. (2022) establece que la estrategia de política industrial determina la selección de los instrumentos de política correspondientes (ver tabla 1). Dichos enfoques permiten delinear un marco de políticas industriales orientado a: fomentar la innovación tecnológica mediante incentivos a la digitalización y al desarrollo de tecnologías avanzadas; promover

la sostenibilidad como un eje transversal de la política industrial; impulsar la formación de capital humano especializado, con énfasis en el desarrollo de habilidades STEAM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*); y, de manera complementaria, garantizar la cooperación internacional, respetando la autonomía de los países en el diseño de sus propias políticas industriales.

**Tabla 1. Clasificación de estrategias de política industrial**

| Estrategia política  |  |
|--|--|
| Sectoriales  | Aprender haciendo: la productividad de las empresas aumenta con la experiencia.<br>Economías de escala: la productividad de las empresas aumenta con el tamaño del sector.<br>Externalidades informativas: a través de la experimentación (los primeros inversores revelan información obtenida, se debe apoyar a los primeros inversores).<br>Creación de competencia: sectores con barreras de entrada, donde los incentivos privados son insuficientes, es necesario apoyar a las empresas para crear competencia.<br>Sectores Upstream: la productividad en sectores ascendentes impacta el desempeño de sectores descendentes (entonces se debe apoyar a los sectores ascendentes). |
| Misiones   | Beneficios sociales: efectos indirectos en el conocimiento e innovación que producen bienestar social.<br>Fallas de coordinación: inversión en diferentes industrias para afrontar desafíos sociales.<br>Inversión pública: gasto público con una visión aceptable para dirigir los recursos a un objetivo.<br>Cambios, derroche e incumplimiento del gobierno: conducen a políticas específicas que incentivan la participación privada aún con cambios en el gobierno.   |
| Centrados en tecnología  | Aprendizaje externo mediante práctica o información: nuevas tecnologías con aplicaciones de alto alcance.<br>Sectores Upstream: incorporan a otros sectores.   |
| Basados en el lugar  | Especialización del mercado local y la existencia de demanda de conocimiento local.  |
| Principios clave para el diseño de políticas industriales efectivas  |  |
| Complementariedad de políticas: las políticas horizontales deben articularse con políticas específicas, ya que las primeras son insuficientes por sí solas para alcanzar para garantizar el cumplimiento de los objetivos.<br>Transparencia y expertise: es fundamental definir una estrategia explícita y asegurar que los responsables políticos tengan acceso a conocimiento técnico y comercial relevante.<br>Evaluación y adaptabilidad: las políticas deben incluir mecanismos de evaluación desde su implementación, permitir margen para ajustes periódicos y aceptar que algunos instrumentos pueden fallar.<br>Gobernanza e inclusión: se debe priorizar una gobernanza robusta y fomentar la participación de empresas nacionales, extranjeras, jóvenes y startups. |  |

Fuente: Elaboración propia basado en los trabajos de Criscuolo et al. (2022).

En este marco, es posible distinguir entre un Estado estratégico y un Estado no estratégico. El primero se caracteriza por su capacidad para coordinar actores públicos y privados, orientar inversiones, articular políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI) y promover el desarrollo de capacidades productivas endógenas de largo plazo, con el objetivo de modificar la posición del país dentro de las CVG (Mazzucato, 2013; Cimoli, Dosi y Stiglitz, 2009). En contraste, un Estado no estratégico limita su intervención a la atracción de IED y a la facilitación de la inserción pasiva en las CVG, sin un proyecto explícito de escalamiento tecnológico ni de soberanía productiva. A la luz del análisis previo, la trayectoria del sector aeroespacial en México se aproxima más a este segundo modelo, dado que la política pública ha privilegiado la captación de inversión y la integración manufacturera, sin una estrategia integral orientada a la generación y apropiación de capacidades tecnológicas propias.

### Metodología

Esta investigación adopta un enfoque cualitativo, orientado a comprender y analizar en profundidad los fenómenos estudiados. A través de este enfoque, se busca explorar las percepciones y experiencias de los participantes en relación con la transformación tecnológica en el sector aeroespacial, considerando el complejo contexto global actual (Hernández et al., 2010; Mayring, 2000; Strauss y Corbin, 2002).

La investigación se desarrolló en dos etapas: en la primera, se llevaron a cabo 26 entrevistas semiestructuradas para analizar los avances y efectos de la adopción tecnológica con actores clave (empresarios, presidentes de clústeres, funcionarios públicos y directivos académicos). El análisis de las entrevistas se llevó a cabo mediante un proceso de codificación utilizando Atlas.ti (versión 25.0) en dos fases: (1) transcripción literal completa de los registros de audio; (2) generación iterativa de 88 códigos a través de un enfoque que combinó: codificación inductiva (Mayring, 2000), para identificar categorías emergentes directamente desde los datos (particularmente desafíos y beneficios señalados por los participantes), y codificación deductiva fundamentada en los marcos teóricos de la I4.0, CVG y políticas industriales (Casalet y Stezano, 2023; Sigov et al., 2022; Sturgeon, 2019), lo que permitió organizar la información en familias de códigos alineadas con estas dimensiones conceptuales. Esta estrategia analítica no solo facilitó la clasificación sistemática de los datos, sino que además permitió la construcción de categorías analíticas emergentes con relevancia teórica y práctica. Por ello, algunos datos que se presentan a continuación provienen de entrevistados que solicitaron mantener el anonimato de su identidad y que serán citados como se muestra en la tabla 2.

**Tabla 2. Resumen de agentes entrevistados**

| Entrevistado | Años en la industria | Entrevistado | Años en la industria |
|--------------|----------------------|--------------|----------------------|
| 1 aCP        | 30                   | 14 bSM       | 3                    |
| 2 aES        | 2                    | 15 bZS       | 10                   |
| 3 aFV        | 21                   | 16 cIDA      | 10                   |
| 4 aGV        | 16                   | 17 eAC       | 32                   |
| 5 aUM        | 10                   | 18 eAV       | 15                   |
| 6 bAC        | 4                    | 19 eCC       | 20                   |
| 7 bAW        | 6                    | 20 eEG       | 16                   |
| 8 bCP        | 37                   | 21 eEM       | 20                   |
| 9 bDR        | 0                    | 22 eME       | 12                   |
| 10 bMA       | 15                   | 23 eTS       | 15                   |
| 11 bML       | 15                   | 24 gCO       | -                    |
| 12 bMM       | 0                    | 25 nAP       | 1                    |
| 13 bPA       | 14                   | 26 nME       | 1                    |

Fuente: Elaboración propia. Se utilizó el siguiente sistema de etiquetado para citar entrevistas, cada grupo de entrevistados tiene una abreviatura: a= instituciones académicas, e= expertos representantes de asociaciones de empresas, b=empresas, c= centros de investigación, n= nuevos representantes de asociaciones de empresas, g= servidores públicos gubernamentales. A cada entrevistado se le asignó un carácter en minúscula (a, b, c, . . .) al inicio de ID.

En la segunda etapa, se aplicaron 34 encuestas a empresas del sector con el objetivo de complementar y contrastar los hallazgos obtenidos inicialmente. Una versión preliminar del cuestionario se aplicó durante el *Mexico's Aerospace Summit 2022* y en el *Industrial Transformation México 2022*, permitiendo refinar la redacción y estructura de las preguntas mediante retroalimentación directa de los participantes. La encuesta fue dirigida a 101 empresas que forman parte de un listado disponible en el sitio web de la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA) y 93 empresas registradas en el clúster aeroespacial de Baja California. A través de un correo electrónico se invitó a participar a las 194 empresas, el cuestionario

se envió a cada empresa mediante un enlace en *Google forms*. La encuesta fue lanzada en octubre de 2022, permaneció activa hasta junio de 2023 y se obtuvieron 34 respuestas.

Un proceso paralelo de revisión bibliográfica sistemática abarcó tanto la literatura internacional sobre el sector, como indicadores de desempeño económico específicos de México. Adicionalmente como parte de la investigación, se consultaron datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Registro Nacional de Inversiones Extranjeras (RNIE), el *Online Aerospace Supplier Information System (OASIS)* de la *International Aerospace Quality Group (IAQG)*, así como los directorios de clústeres, los sitios web y redes sociales como *LinkedIn*, *Twitter* y *Facebook*. Las fuentes de información mencionadas nos permitieron distinguir 396 empresas con actividades relacionadas al sector aeroespacial en México y se identifican los orígenes del capital de 385 empresas que representan el 97 % de las empresas identificadas. Este enfoque metodológico mixto permite articular el nivel microproductivo con los procesos macroestructurales, explorando la tensión entre los objetivos de desarrollo nacional y la lógica transnacional de las CVG.

## Resultados

El análisis revela una estructura sectorial dominada por capital extranjero. De 396 empresas identificadas, alrededor del 50% son de origen estadounidense, el 23% de capital mexicano y el 4% de capital mixto. Esta configuración, es difícil de identificar en fuentes oficiales debido a la confidencialidad empresarial. Distinguir la participación de capital extranjero permite observar las capacidades financieras, tecnológicas y el acceso a mercados, así como las certificaciones que pueden ser facilitadas por los socios

extranjeros. Como señaló Sturgeon (2013b), los datos sobre los servicios comercializados a nivel nacional e internacional no incluyen información sobre las empresas por lo que no es posible saber si las exportaciones son generadas por empresas nacionales o de filiales extranjeras de multinacionales.

Las entrevistas y encuestas permitieron identificar algunas empresas de capital mexicano, que fueron clasificadas como empresas en "fase de integración" porque no contaban con contratos como proveedores de productos o servicios a empresas con actividades en el sector. De las 92 empresas de capital mexicano 11 se encuentran en fase de integración, a comparación de las empresas de capital mixto que al contar con capital extranjero tienen mayores capacidades financieras, tecnológicas y de certificaciones que las empresas de capital mexicano. Las asimetrías se manifiestan territorialmente, como en el Aerocluster del Bajío, donde 13 empresas mexicanas (8 sin contratos) coexisten con 3 extranjeras ya integradas. Esta brecha refleja problemas sistémicos como la falta de financiamiento, tecnología y redes comerciales para actores locales. Este resultado evidencia una marcada heterogeneidad estructural al interior del sector en México, donde las empresas de capital nacional enfrentan barreras significativas para integrarse plenamente a las CVG, reproduciendo una división espacial y funcional del trabajo que concentra el valor agregado y el control en manos del capital extranjero. Desde la perspectiva de la gobernanza de las CVG, esta configuración refuerza un esquema jerárquico en el que el control estratégico, tecnológico y financiero permanece en las matrices extranjeras.

Los hallazgos indican una adopción tecnológica asimétrica y subordinada. Mientras las filiales de corporaciones multinacionales operan con IA y gemelos digitales, los proveedores nacionales se limitan a la automatización básica. La adopción de IoT, por ejemplo, es impulsada

principalmente como requisito de las empresas líderes. Un presidente de clúster mencionó que: "el IoT es un requisito demandado por las empresas compradoras OEM para observar el comportamiento de cada una de las máquinas de las pymes proveedoras" (entrevista con eAV). Esto confirma que la gobernanza en las CVG establece que las empresas líderes controlan los estándares tecnológicos y operativos de los proveedores para garantizar eficiencia y calidad (Gereffi y Korzeniewicz, 1994). En términos de upgrading, la adopción tecnológica no responde a una estrategia autónoma de acumulación de capacidades, sino a una adaptación reactiva a exigencias externas, lo que profundiza la dependencia tecnológica y consolida relaciones de tipo cautivo dentro de la cadena.

En el sector aeroespacial mexicano, la heterogeneidad estructural se expresa en la convivencia de filiales de empresas transnacionales con acceso a tecnologías digitales avanzadas (como gemelos digitales, análisis de datos e inteligencia artificial) y un tejido de empresas nacionales con capacidades tecnológicas limitadas, baja inversión en I+D y débil articulación con el sistema nacional de innovación (CEPAL, 2023; Feldman y Girolimo, 2021). A escala global, esta heterogeneidad se traduce en una inserción periférica de México en actividades de manufactura, ensamble y servicios estandarizados, mientras que las funciones de diseño, ingeniería avanzada y control digital permanecen concentradas en los países centrales que lideran las CVG aeroespaciales (Bamber y Gereffi, 2016; Sturgeon, 2013b).

El actual escenario de transición hegemónica y fragmentación del poder global ha generado condiciones aparentemente favorables para el sector aeroespacial mexicano, particularmente a través de estrategias de relocalización productiva. No obstante, desde el enfoque de Habermas (2025), estas dinámicas obedecen principalmente a intereses goeconómicos

externos, más que a un proyecto nacional de desarrollo industrial consolidado. Esta situación se refleja en la concentración de aproximadamente el 50% de la IED, de origen predominantemente estadounidense, lo que revela una inserción subordinada en las CVG. En este esquema, México opera principalmente como una plataforma exportadora, con escasa apropiación tecnológica y valor agregado local. Además, esta dependencia estructural y financiera se ve exacerbada por la volatilidad de los flujos de inversión, altamente sensibles a crisis internacionales y reconfiguraciones geopolíticas ajenas a los objetivos de la política industrial nacional. Este patrón confirma que la inserción del sector no se sustenta en capacidades endógenas acumuladas y restringe la posibilidad de escalar hacia funciones de mayor contenido tecnológico dentro de la CVG, reproduciendo una heterogeneidad estructural persistente.

En economías con sectores aeroespaciales altamente desarrollados, como EUA, Canadá y Francia, el porcentaje de inversión en I+D alcanza niveles del 10% de las ventas, según lo señalado por el agente (eAV). No obstante, es importante subrayar la marcada disparidad en el impacto de esta inversión, dado que el tamaño y la capacidad financiera de las empresas influyen significativamente en sus resultados. Aunque el 10% de las ventas puede parecer una métrica uniforme, las diferencias entre una PyME y una empresa multinacional (EMN) son desiguales. Mientras que para una EMN este porcentaje puede representar millones de dólares destinados al desarrollo de innovaciones disruptivas, en el caso de una PyME, con recursos financieros limitados, ese mismo porcentaje puede ser insuficiente para cumplir con los estándares tecnológicos internacionales.

La baja rentabilidad de las empresas nacionales tiene el efecto contrario y propicia una nula o mínima inversión en I+D (Bárcena y Cimoli, 2022). La inversión en I+D, proviene mayormente del gobierno y se destina a la investigación básica, relegando la investigación experimental y la aplicada, que son las que más aportan a la industria (Casalet, 2018; CEPAL, 2023; OECD et al., 2020). En 2020, México destinó solo 0.31% del PIB a I+D, una cifra inferior al promedio regional de 0.66% y significativamente menor al 2.63% del PIB global (Banco Mundial, 2021). Este nivel de inversión abarca todos los sectores y no refleja específicamente el apoyo al sector aeroespacial, lo que sugiere una asignación aún más reducida. Además, la participación del gobierno y el sector privado en el financiamiento de proyectos tecnológicos ha sido limitada.

El caso de Brasil es un punto de referencia. En 2020, destinó 1.16% del PIB a I+D, más del triple que México, y ha consolidado su industria aeroespacial a través de Embraer, la tercera empresa más grande del sector a nivel internacional, después de Boeing y Airbus. La diferencia en los niveles de inversión y desarrollo entre ambos países refleja la necesidad de establecer políticas que fomenten la innovación tecnológica y promuevan una mayor participación del sector privado en México. La falta de inversión en I+D limita el desarrollo de capacidades endógenas y refuerza la dependencia tecnológica del país, afectando su competitividad a largo plazo. En el marco de las CVG, esta debilidad en el esfuerzo innovador impide transitar de actividades manufactureras hacia funciones de diseño, ingeniería avanzada o desarrollo de propiedad intelectual, consolidando un patrón de especialización subordinada.

Los procesos de certificación y estándares globales que rigen todos los segmentos de fabricación y distribución de la cadena de valor son AS9100/AS9120<sup>2</sup> y NADCAP<sup>3</sup> (Bamber y Gereffi, 2016). Los procesos de certificación dependen del estado en el que se encuentran los procesos de cada empresa, por lo que no hay un periodo de tiempo específico para obtener las certificaciones y este se puede extender hasta 4-5 años. A su vez, se pueden encontrar con certificadoras que no cuentan con la experiencia y el personal especializado en certificaciones extendiendo aún más el periodo para conseguir una certificación. Algunos de los entrevistados declararon que:

“Actualmente he observado en diferentes foros de clústeres que se ha generalizado la información incorrecta sobre las certificaciones. Algunas consultoras, que venden las asesorías, colocan certificaciones innecesarias. Los clústeres están más enfocados en atraer empresas maquiladoras a México y no se han enfocado en conocer más a fondo sobre las certificaciones” (entrevista bCP).

“El inicio fue sobre la norma AS9120 para la administración de químicos, debido a la participación en el proceso productivo en maquila fue necesario incorporar la AS9100. Fue un largo y doloroso proceso (aproximadamente 8 años) se contrató asesoría y no fue la mejor decisión. Al final se decidió a hacerlo la empresa

sin ayuda de un externo, simplemente contrataron a alguien de calidad” (entrevista bPA).

“La etapa más complicada para que las empresas obtengan certificaciones en ISO1400/14040 o AS9100 es la falta de información, las empresas no saben por dónde empezar. Una vez que se inicia con el proceso de certificación la siguiente etapa complicada es la resistencia al cambio por parte de los empleados” (entrevista bAC).

“Existen otras certificaciones aprobadas por la Comisión Europea, nosotros trabajamos mucho con socios alemanes, con los socios noruegos, porque podemos llevar nuestros servicios a México con esas certificaciones y competir sin necesidad de depender de los Estados Unidos, tal y como lo haría un alemán” (entrevista bMM).

Por lo que las certificaciones en sí mismas no son la única limitante, se suman el desconocimiento sobre los organismos que las otorgan y la forma en la que estos operan; el desconocimiento sobre los diferentes tipos de normas y cuáles son las indicadas para cada proceso, producto o servicio específico en cada empresa; los cambios en los procesos operativos y la capacitación del personal en las empresas; así como los costos que van desde la preparación, hasta las auditorías de mantenimiento una vez que han sido obtenidas; por lo que las certificaciones pueden ser vistas como una inversión a mediano o largo plazo. Las características productivas de las empresas localizadas en la frontera con Estados Unidos y la facilidad de colaboración o formación de alianzas con empresas extranjeras, facilitan la certificación, el acceso al mercado y la inserción al sector aeroespacial. Estas barreras actúan como mecanismos de exclusión que refuerzan la heterogeneidad estructural, dificultando el escalamiento de las empresas mexicanas dentro de las CVG y perpetuando su rol de proveedores cautivos. Así, los estándares y certificaciones no solo funcionan como mecanismos técnicos de asegu-

2 El *International Aerospace Quality Group* (IAQG), integrado por empresas aeroespaciales líderes en Estados Unidos, Europa y Asia, tomó los requisitos del ISO 9001, los complementó con requisitos adicionales de calidad, establecidos para la industria aeroespacial y desarrolló la familia de estándares AS9100 que incluye AS9110 y AS9120, para garantizar servicios específicos para las etapas de MRO y la cadena de custodia de piezas originales.

3 Los estándares NADCAP (*National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Program*) establecen los criterios de auditoría para procesos especializados y productos específicos de la industria como: tratamiento térmico, soldadura, procesamiento químico y pruebas no destructivas.

miento de calidad, sino como instrumentos de gobernanza que estructuran el acceso al mercado y delimitan las trayectorias de *upgrading* posibles para las firmas locales.

El surgimiento de la I4.0 generó la digitalización de procesos productivos y nuevas formas de trabajo, así como el desarrollo y requerimiento de nuevas habilidades (Basco y Lavena, 2021). En la Agenda Estratégica de las Instituciones de Educación Superior para los Sectores Aeronáutico y Espacial (IEAE) 2030 se distingue que las habilidades más escasas y con mayor importancia son: IoT, programación, *machine learning*, ciencia de datos e ingeniería y manufactura asistidas por computadora (SE, 2022). Sin embargo, en las encuestas aplicadas obtuvimos que la resistencia del personal y la falta de procesos definidos para iniciar la transformación digital fueron las respuestas más recurrentes en el proceso de adopción de tecnologías.

Esto sugiere que las empresas no invirtieron lo suficiente en la preparación del personal. Varios entrevistados coincidieron en que: “las universidades mexicanas no cuentan con los laboratorios más especializados y avanzados, los programas de formación aeronáutica son muy costosos para las universidades [...]” (entrevistas con aCP; aES; aFV; aUM; bCP; bML; cIDA; eAC). Esta brecha en la formación de capital humano especializado limita la absorción efectiva de tecnologías 4.0 y reproduce la dependencia respecto a conocimientos generados en el exterior. Desde la perspectiva estructuralista, ello impide la difusión del progreso técnico a lo largo del tejido productivo nacional, profundizando la heterogeneidad estructural y restringiendo las posibilidades de *upgrading* tecnológico sostenido.

### Discusión de los resultados

Los hallazgos confirman la hipótesis central, la incorporación de tecnologías 4.0 no ha impul-

sado una modernización autónoma, sino que ha consolidado una gobernanza corporativa cautiva, profundizando las jerarquías tecnológicas y reproduciendo un modelo de integración subordinada. Este fenómeno se enmarca en lo que Feldman y Girolimo (2021) identifican como condiciones estructurales de la I4.0 en Latinoamérica, caracterizado por la dependencia tecnológica externa, brecha digital estructural, sistema de innovación fragmentado e infraestructura digital precaria.

El caso mexicano ejemplifica un Estado no estratégico, con políticas públicas que han priorizado la atracción de inversión sobre la construcción de capacidades endógenas, careciendo de una visión de largo plazo para la soberanía tecnológica, la formación de talento especializado y la gobernanza de los datos. La experiencia mexicana muestra cómo la inserción en mercados globales, sin una estrategia clara de desarrollo tecnológico propio, puede perpetuar una posición subordinada en las CVG.

Frente a este escenario, el resurgimiento de las políticas de desarrollo productivo (PDP) ha cobrado relevancia. Cabrera et al. (2024) sostienen que la implementación de PDP orientadas a la sostenibilidad y la innovación tecnológica son esenciales para fomentar un desarrollo económico inclusivo y competitivo. Criscuolo et al. (2022) destacan principios clave para el diseño de políticas industriales efectivas: complementariedad de políticas, transparencia y expertise, evaluación y adaptabilidad, y gobernanza e inclusión.

Para México, esto implica una política industrial que articule innovación, desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos en un escenario de rápido cambio tecnológico y geopolítico. Se requieren instrumentos que trasciendan la mera atracción de inversiones y aborden los cuellos de botella estructurales del sector, fomentando vínculos sólidos entre la industria y la universidad (Burgess y Connell, 2020; Schatan, 2023).

### Conclusiones

La digitalización en el sector aeroespacial mexicano no constituye un camino hacia la autonomía productiva, sino una extensión de la subordinación económica y tecnológica. La reconfiguración geopolítica y la expansión de la I4.0 han profundizado un modelo de inserción subordinada en las CVG, caracterizado por la asimetría tecnológica, la dependencia financiera y la gobernanza corporativa cautiva.

La redefinición del papel del Estado es central para enfrentar la concentración de poder digital. Se requiere una política industrial estratégica que:

- Fomente la innovación tecnológica mediante incentivos a la digitalización y el desarrollo de tecnologías avanzadas, con un gasto en I+D orientado a la investigación aplicada.
- Promueva la formación de capital humano especializado, con énfasis en las habilidades 4.0, a través de alianzas sólidas entre industria, academia y gobierno.
- Fortalezca la resiliencia de las CVG, incentivando el desarrollo de proveedores nacionales con capacidades digitales que permitan transitar de gobernanzas cautivas a modulares o relacionales.
- Establezca marcos de gobernanza de datos que protejan la soberanía tecnológica y eviten la concentración extranjera del control informacional.

El desafío para México reside en transformar su inserción global reactiva en un proyecto nacional de desarrollo industrial que aproveche la digitalización para construir capacidades endógenas, reducir las asimetrías estructurales y alcanzar una posición más autónoma y competitiva en la economía global del siglo XXI. 🌐

### Referencias

- Ash, E., Mukand, S.W. y Rodrik, D. (2024) Economic Interests, Worldviews, and Identities.
- Bamber, P. y Gereffi, G. (2016) The Philippines in the Aerospace Global Value Chain. Durham, Duke Center on Globalization, Governance & Competitiveness.
- Banco Mundial (2021) Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB). [En línea] Disponible en: <https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>
- Bárcena, A. y Cimoli, M. (2022) “Repensar el desarrollo a partir de la igualdad” en El Trimestre Económico, vol. 89, núm. 353, pp. 19–37. <https://doi.org/10.20430/ete.v89i353.1458>
- Barrientos, M. y Oliveira, A. (2023) “Industria 4.0: ¿una nueva revolución tecnológica?” en Ciencia Revista de la Academia Mexicana de Ciencias, vol. 74, núm. 2. [En línea] Disponible en: <https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/index.php/vol-74-numero-2>
- Basco, A.I. y Lavena, C. (2021) América Latina en movimiento: Competencias y habilidades para la Cuarta Revolución Industrial en el contexto de pandemia. Washington, Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0003292>
- Burgess, J. y Connell, J. (2020) “New technology and work: Exploring the challenges” en The Economic and Labour Relations Review, vol. 31, núm. 3, pp. 310–323. <https://doi.org/10.1177/1035304620944296>
- Butollo, F., Gereffi, G., Yang, C. y Krzywdzinski, M. (2022) “Digital transformation and value chains: Introduction” en Global Networks, vol. 22, pp. 585–594.
- Butollo, F. y Staritz, C. (2022) “Deglobalisierung, Rekonfiguration oder Business as Usual? COVID-19 und die Grenzen der Rückverlagerung globalisierter Produktion” en Berliner Journal für Soziologie, vol. 32, núm. 3, pp. 393–425. <https://doi.org/10.1007/s11609-022-00479-5>

- Cabrera, C., Martínez, J., Máttar, J., Padilla, R., Peralta, L. y Schatan, C. (2024) Temas clave para diseñar e implementar una política de desarrollo productivo sostenible en México. Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Carrillo, J., Gomis, R., De los Santos, S., Covarrubias, L. y Matus, M. (2020) “¿Podrán transitar los ingenieros a la Industria 4.0? Análisis industrial en Baja California” en *Entreciencias: Diálogos En La Sociedad Del Conocimiento*, vol. 8, núm. 22. <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2020.22.76089>
- Casalet, M. (2018) La digitalización industrial: Un camino hacia la gobernanza colaborativa. Estudios de casos. Documentos de Proyectos (LC/TS.2018/95), Santiago, CEPAL.
- Casalet, M. y Stezano, F. (2022) “Desafíos geopolíticos y nuevos dilemas para las políticas industriales” en *Ciencia y Poder Aéreo*, vol. 18, núm. 1. <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.759>
- Casalet, M. y Stezano, F. (2023) “Una nueva narrativa sobre la industria 4.0 desde las ciencias sociales” en *Ciencia Revista de la Academia Mexicana de Ciencias*, vol. 74, núm. 2. [En línea] Disponible en: <https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/index.php/vol-74-numero-2>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2023) La Inversión Extranjera Directa en América Latina y el Caribe 2023. Santiago, CEPAL.
- Cimoli, M., Dosi, G. and Stiglitz, J.E. (eds.) (2009) *Industrial policy and development: The political economy of capabilities accumulation*. Oxford: Oxford University Press
- Cimoli, M. (2023a) “El nuevo productivismo global y las relaciones UE-ALC: hacia una necesaria industrialización compartida”. [En línea] Disponible en: <https://www.fundacionyuste.org/wp-content/uploads/2023/03/C1-Mario-Cimoli-Yuste-2023.pdf>
- Cimoli, M. (2023b) Posglobalización y reindustrialización en América Latina. La condicionalidad de la política industrial y el “Keynesianismo-Igualitario”.
- Criscuolo, C., Gonne, N., Kitazawa, K. y Lalanne, G. (2022) *An industrial policy framework for OECD countries*. París, OECD.
- Criscuolo, C. y Lalanne, G. (2024) “A New Approach for Better Industrial Strategies” en *Journal of Industry, Competition and Trade*, vol. 24, núm. 1, 6. <https://doi.org/10.1007/s10842-024-00416-7>
- Doucette, R., Hilaire, S., Varun, M., & Wavra, R. (2021). *Digital: The next horizon for global aerospace and defense*. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/industries/aerospace-and-defense/our-insights/digital-the-next-horizon-for-global-aerospace-and-defense>
- Feldman, P.J. y Girolimo, U. (2021) “La Industria 4.0 en perspectiva latinoamericana: Limitaciones, oportunidades y desafíos para su desarrollo” en *Revista Perspectivas de Políticas Públicas*, vol. 10, núm. 20, pp. 459–491. <https://doi.org/10.18294/rppp.2021.3645>
- Furtado, C. (1966) ‘Desarrollo y estancamiento en América Latina (Enfoque estructuralista)’, *Desarrollo Económico*, 6(22/23), pp. 191–225. Published by Instituto de Desarrollo Económico y Social. Available at: <https://www.jstor.org/stable/3465725>
- Furtado, C. (1970) *Teoría y política del desarrollo económico*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Furtado, C. (2002) *Tendencias estructurales del sistema capitalista*. México: Siglo XXI Editores.
- Gereffi, G., Humphrey, J. & Sturgeon, T. (2005). The governance of global value chains. *Review of International Political Economy*, 12(1), 78–104.
- Gereffi, G. y Korzeniewicz, M. (1994) *Commodity chains and global capitalism*. Westport, Praeger.
- Gereffi, G., Lim, H. y Lee, J. (2021) “Trade policies, firm strategies, and adaptive reconfigurations of global value chains” en *Journal of International Business Policy*, vol. 4.
- Gereffi, G., Posthuma, A.C. y Rossi, A. (2021) “Introduction: Disruptions in global value chains – Continuity or change for labour governance?” en *International Labour Review*, vol. 160, núm. 4, pp. 501–517. <https://doi.org/10.1111/ilr.12333>
- Habermas, J. (2025) *La constelación posnacional y el futuro de la democracia*. Madrid, Trotta.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. del P. (2010) *Metodología de la investigación*. Quinta edición, México, McGRAW-HILL.
- JHOANA MÉNDEZ RAMÍREZ | *Estado mexicano y la reconfiguración geopolítica en la era digital: el sector aeroespacial*
- Hernández, J. (2015). *Las empresas mexicanas en la cadena de valor de la industria aeronáutica* [Doctorado]. FLACSO.
- Kaplinsky, R. y Morris, M. (2001) *Manual for Value Chain Research*. [En línea] Disponible en: [http://asiandrivers.open.ac.uk/documents/Value\\_chain\\_Handbook\\_RKMM\\_Nov\\_2001.pdf](http://asiandrivers.open.ac.uk/documents/Value_chain_Handbook_RKMM_Nov_2001.pdf)
- Mayring, P. (2000) “Qualitative Content Analysis” en *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, vol. 1, núm. 2. [En línea] Disponible en: <http://nbnresolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs0002204>
- Mazzucato, M. (2013) *The entrepreneurial state: Debunking public vs. private sector myths*. London: Anthem Press.
- Mazzucato, M. (2022) *Cambio transformacional en América Latina y el Caribe: Un enfoque de política orientada por misiones*. Santiago, CEPAL.
- OECD, CEPAL, ONU, CAF y UE (2020) *Perspectivas económicas de América Latina 2020: Transformación digital para una mejor reconstrucción*. París, OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/f2fdced2-es>
- Pereira, A.C. y Romero, F. (2017) “A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept” en *Procedia Manufacturing*, vol. 13, pp. 1206–1214. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.032>
- Rodrik, D. (2024) “Reimagining the global economic order” en *Review of Keynesian Economics*, vol. 12, núm. 3, pp. 396–407. <https://doi.org/10.4337/roke.2024.03.09>
- Santos, C., Abubakar, S., Barros, A., Mendonça, J., Dalmarco, G., & Godsell, J. (2019). *Joining Global Aerospace Value Networks: Lessons for Industrial Development Policies*. *Space Policy*, 48, 30–40. <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2019.01.006>
- Schatan, C. (2023) “La banda 5G y su potencial para la industria 4.0” en *Ciencia Revista de la Academia Mexicana de Ciencias*, vol. 74, núm. 2. [En línea] Disponible en: <https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/index.php/vol-74-numero-2>
- SE (2017). *Pro-Aéreo 2.0 Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial*. Secretaría de Economía. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/314141/ProA\\_reo2.0\\_publicar\\_050418.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/314141/ProA_reo2.0_publicar_050418.pdf)
- SE (2022) *Agenda Estratégica de las Instituciones de Educación Superior para los sectores Aeronáutico y Espacial 2030*. México, Secretaría de Educación Pública. [En línea] Disponible en: [https://repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/26505/1/Agenda\\_Estrategica\\_de\\_la\\_IEAE\\_2030\\_D.pdf](https://repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/26505/1/Agenda_Estrategica_de_la_IEAE_2030_D.pdf)
- Samperio, F. (2018). *Indicios de escalamiento productivo y laboral de la industria aeroespacial en México (2004-2016) y en casos intraempresa en Querétaro* [Doctorado]. UNAM.
- Sigov, A., Ratkin, L., Ivanov, L. y Da, L. (2022) “Emerging Enabling Technologies for Industry 4.0 and Beyond” en *Information Systems Frontiers*. <https://doi.org/10.1007/s10796-021-10213-w>
- Stiglitz, J.E. y Rodrik, D. (2024) *Rethinking Global Governance: Cooperation in a World of Power*.
- Strauss, A. y Corbin, J. (2002) *Bases de la investigación cualitativa: Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Medellín, Universidad de Antioquía.
- Sturgeon, T. (2013a) “De Cadenas De mercancías (commodities) a Cadenas De Valor: Construcciones teóricas En Una época De globalización” en *Eutopía. Revista de Desarrollo Económico Territorial*, núm. 2, pp. 11–38.
- Sturgeon, T. (2013b) *Global Value Chains and Economic Globalization—Towards a New Measurement Framework*. Cambridge, Industrial Performance Center, Massachusetts Institute of Technology.
- Sturgeon, T. (2019) “Upgrading strategies for the digital economy” en *Global Strategy Journal*, vol. 11, núm. 1, pp. 34–57. <https://doi.org/10.1002/gsj.1364>
- Sturgeon, T. (2021) “Measuring Global Value Chains” en *Handbook for Global Value Chains*. Cheltenham, Edward Elgar.
- Verhoef, P.C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J.Q., Fabian, N. and Haenlein, M. (2021) ‘Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda’, *Journal of Business Research*, 122, pp. 889–901. Available at: [https://pure.rug.nl/ws/files/154335956/1\\_s2.0\\_S0148296319305478\\_main.pdf](https://pure.rug.nl/ws/files/154335956/1_s2.0_S0148296319305478_main.pdf)