



13 years ESJ
Special edition

Reconfiguración en la Cadena Global de Valor de la Industria Aeronáutica: Innovar para la Sustentabilidad

Romina Castillo Malagón

Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Nacional
Autónoma de México

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n37p1](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n37p1)

Submitted: 05 October 2022
Accepted: 10 November 2022
Published: 03 February 2023

Copyright 2023 Author(s)
Under Creative Commons BY-NC-ND
4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Castillo Malagón R. (2023). *Reconfiguración en la Cadena Global de Valor de la Industria Aeronáutica: Innovar para la Sustentabilidad*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (37), 1. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n37p1>

Resumen

El transporte aéreo fue uno de los más afectados tras el cierre de fronteras a nivel mundial para evitar la propagación del virus SARS-CoV-2, sin embargo, aunque represente un pequeño porcentaje del valor agregado (cerca de 0.3 %), la estrecha relación que mantiene tanto con las cadenas globales de valor aeronáuticas, como con otros sectores como el turismo y el comercio, lo convierte en parte importante de la economía globalizada. A nivel mundial, se han sumado esfuerzos para asegurar el restablecimiento de un sector considerado como estratégico, siendo el plan de recuperación impulsado por la Organización de Aviación Civil (OACI) uno de los más aceptados; en el punto 9 “Preservar la sostenibilidad”, invita a la comunidad internacional a implementar mecanismos para la reducción contaminantes, por lo que, los líderes de la Cadena Global de Valor (CGV) están implementando cambios estratégicos para garantizar la reducción de CO₂ y gases efecto invernadero (GEI) la mitad de los niveles de 2005 para el año 2050; reforzando las inversiones que dichas empresas realizan en temas de investigación e innovación con la finalidad de generar tecnologías y utilizar los beneficios de la industria 4.0 para transitar hacia una aviación sustentable, lo cual, por el modelo de gobernanza existente en la industria, generará disrupciones en todos los miembros de la CGV. Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación es identificar las innovaciones y desarrollos tecnológicos que

contribuirán a la construcción de una aviación sustentable y su efecto en los integrantes de la cadena global de valor de la industria aeronáutica. Para conseguir dicho objetivo, se analizaron las tendencias científicas a través de la revisión de literatura, las tendencias tecnológicas a través de la revisión de fuentes secundarias para finalmente, identificar los cambios surgidos en la CGV y como éstos impactarán a los integrantes de la CGV de la industria aeronáutica. El Marco Teórico utilizado, retoma los aportes del Marco de Capacidades Dinámicas y el enfoque de la Cadena Global de Valor.

Palabras clave: Industria aeronáutica, sustentabilidad, innovación, cadena global de valor

Reconfiguring the Global Value Chain of the Aeronautic Industry: Innovating for Sustainability

Romina Castillo Malagón

Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Nacional Autónoma de México

Abstract

Air transport was one of the most affected after the worldwide border closures to prevent the spread of the SARS-CoV-2 virus. However, even though it represents a small percentage of added value (about 0.3%), the close relationship it maintains with global aviation value chains, as well as with other sectors such as tourism and trade, makes it an important part of the globalized economy. Worldwide, efforts have been made to ensure the recovery of a sector considered strategic, with the recovery plan promoted by the Civil Aviation Organization (ICAO) being one of the most widely accepted; In point 9 "Preserving sustainability", it invites the international community to implement mechanisms for the reduction of pollutants; therefore, the leaders of the Global Value Chain (GVC) are implementing strategic changes to guarantee the reduction of CO₂ and greenhouse gases (GHG) to half the 2005 levels by the year 2050; reinforcing the investments that these companies make in research and innovation in order to generate technologies and use the benefits of Industry 4.0 to move towards sustainable aviation, which, due to the existing governance model in the industry, will generate disruptions in all members of the GVC. Therefore, the objective of this research is to identify the innovations and technological developments that will contribute to the construction of a sustainable aviation and their effect on the members of the global value chain of the aerospace industry. To achieve

this objective, scientific trends were analyzed through a literature review, technological trends were analyzed through a review of secondary sources, and finally, the changes in the GVC and how they will impact the members of the aeronautic industry GVC were identified. The Theoretical Framework used takes up the contributions of the Dynamic Capabilities Framework and the Global Value Chain approach.

Keywords: Aeronautics industry, sustainability, innovation, global value chain

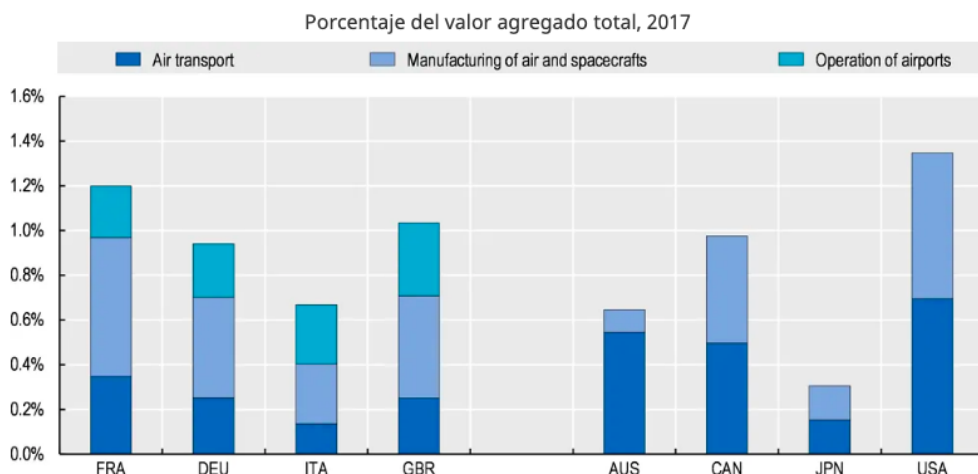
Introducción

La pandemia generada por el virus SARS-CoV-2, puso en manifiesto que el transporte es *"mucho más que un medio para llevar a las personas y las mercancías de un punto a otro"* esto de acuerdo con las declaraciones emitidas por António Guterres, titular de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en una reunión celebrada en Pékin con líderes gubernamentales, expertos del sector transportista y grupos de la sociedad civil, donde hizo hincapié en que el transporte es fundamental para la aplicación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y el Acuerdo de París sobre el cambio climático (NoticiasOnu, 2021).

El COVID – 19, mostró las vulnerabilidades de un mundo globalizado, donde, como parte de las medidas precautorias para evitar su propagación, se cerraron fábricas, establecimientos comerciales, fronteras y el comercio a nivel mundial se detuvo, repercutiendo en las cadenas globales de valor (CGV) de distintos sectores, entre ellos el del transporte (ONU,2021).

De acuerdo con cifras de la Organización Internacional del Transporte Aéreo (IATA, por sus siglas en inglés), uno de los sectores más afectados durante el cierre de fronteras fue el transporte aéreo (de pasajeros y carga), el cual, aunque represente un pequeño porcentaje del valor agregado (cerca de 0.3 %) de los países miembros de la Organización de Cooperación de Desarrollo Económico (OCDE, 2020) (Véase Gráfico 1) los fuertes vínculos intersectoriales que mantiene así como su relación con temas de seguridad nacional y desarrollo tecnológico, lo convierte en parte importante de la economía a nivel mundial (IPCC,2022).

Gráfica 1. Tamaño de la industria aérea, algunas economías de la OCDE



Nota: Industrias basadas en la clasificación ISIC Rev.4 (Transporte aéreo: División 51; Fabricación de aeronaves y naves espaciales: Grupo 303; Operación de aeropuertos: Clase 5223). Valor agregado para la operación de aeropuertos: no disponible en Australia, Canadá, Japón y Estados Unidos. Datos de 2016 para Canadá y de 2018 para Estados Unidos.

Fuente: OCDE, (2020), Medidas políticas clave de la OCDE ante el coronavirus (COVID-19). COVID-19 y la industria aérea: Impacto y Respuestas Políticas, en: <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/covid-19-y-la-industria-aerea-impacto-y-respuestas-politicas-d8615a3a/>

El transporte aéreo está conformado por diferentes actividades asociadas a su funcionamiento, que incluyen la operación de aeropuertos, servicios de mantenimiento, reparación y operaciones, fabricación de aeronaves; servicios de alquiler y arrendamiento financiero, y producción de petróleo refinado (incluida la mezcla de biocombustibles) entre otras; las cuales en su conjunto se denominan “industria aérea” o “industria aeronáutica” (OCDE, 2020).

Para este trabajo la industria aeronáutica comprende el ensamble y fabricación de aviones, helicópteros y motores, así como sus partes, componentes y sistemas; las actividades de mantenimiento, reparación y revisión, y servicios de ingeniería, diseños y actividades relacionadas con la industria (SE, 2012; p. 04).

Dicha industria, se organiza de forma piramidal, en la cúspide se localizan las ensambladoras de aeronaves (Boeing, Airbus, Bombardier y Embaer) denominadas Original Equipment Manufacturer (OEM por sus siglas en inglés). En los demás peldaños, se localizan los proveedores que van desde Tier 1 hasta Tier 3, dependiendo de la complejidad y grado de contenido tecnológico de los productos o servicios ofertados.

Según la IATA, la transportación aérea (medida como ingreso por pasajero por kilómetro), tuvo una reducción del 90% en abril del 2020, y se mantuvo a la baja un 75% en agosto del mismo año en comparación con cifras del mismo periodo en 2019. Otros problemas en la industria se derivaron del colapso de la actividad económica y la reducción del comercio a nivel mundial, afectando las operaciones de carga, las cuales fueron en promedio, 30% menor respecto al año anterior (OCDE, 2021).

Para el caso mexicano, que participa como proveedor en la CGV, los efectos también fueron negativos (CEPAL, 2020); los flujos de pasajeros presentaron una caída anual total del 53%, y los de carga, tuvieron una reducción anual de casi 12%; en cuanto a manufactura se refiere, cayó 35%, por paros de plantas (IMT, 2019). Se estima que en México se perdieron alrededor de 773 mil 164 empleos directos e indirectos relacionados con líneas aéreas, hospedaje y servicios turísticos, siendo el país con la peor afectación laboral en toda América Latina (IATA, 2020).

Derivado de la importancia de dicha industria, a nivel mundial, se han sumado esfuerzos para asegurar el restablecimiento de un sector considerado como estratégico, siendo el plan de recuperación impulsado por la Organización de Aviación Civil (OACI) uno de los más aceptados, este plan consta de 10 principios que se enlistan a continuación:

1. Proteger a las personas: medidas armonizadas pero flexibles.
2. Trabajar como un solo equipo de aviación y mostrar solidaridad.
3. Mantener la conectividad esencial.
4. Gestionar de manera activa los riesgos relacionados con la seguridad operacional, la seguridad de la aviación y la salud.
5. Compatibilizar las medidas de salud pública con los sistemas de seguridad operacional y seguridad de la aviación.
6. Fortalecer la confianza del público.
7. Distinguir entre reanudación y recuperación.
8. Favorecer estrategias de auxilio económico para la industria de la aviación.
9. Preservar la sostenibilidad.
10. Extraer un aprendizaje de la experiencia para mejorar la resiliencia

El punto 9, se encuentra estrechamente relacionado con los cumplimientos del Objetivos de Desarrollo Sostenible, por lo que, los líderes de la Cadena Global de Valor (Boeing, Airbus, Embaer y Bombardier), reconociendo que, la aviación es una medio de comunicación y conexión importante, que contribuye a la recuperación económica y no debe olvidar el impulso a la recuperación social garantizando el cuidado del medio ambiente (OACI, 2022) están implementando cambios estratégicos para garantizar la reducción de CO2 y gases efecto invernadero (GEI) a la mitad de los niveles

de 2005 para el año 2050; reforzando las inversiones que dichas empresas realizan en temas de investigación e innovación con la finalidad de generar tecnologías que contribuyan a la transición hacia una aviación sustentable (Airbus, 2022; Boeing, 2022; Embarer, 2022; Bombardier, 2022).

Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación es identificar las innovaciones y desarrollos tecnológicos que contribuirán a la construcción de una aviación sustentable y su efecto en los integrantes de la cadena global de valor de la industria aeroespacial.

Para conseguir dicho objetivo, se analizaron las tendencias científicas a través de la revisión de literatura, las tendencias tecnológicas a través de la revisión de fuentes secundarias para finalmente, identificar los cambios surgidos en la CGV y como éstos impactarán a los integrantes de la misma en la industria aeronáutica.

El Marco Teórico utilizado, retoma los aportes del Marco de Capacidades Dinámicas para explicar las capacidades que deben desarrollar los miembros de la CGV para hacer frente a los nuevos requerimientos del entorno; y el enfoque de la Cadena Global de Valor para caracterizar la industria y explicar cómo estrategias implementadas por las *OEMs* repercutirán en sus proveedores.

Marco Teórico

La producción a nivel mundial está estructurada alrededor de Cadenas Globales de Valor, donde un producto final posee componentes producidos en diferentes zonas geográficas. Por lo anterior, dicho marco de estudio, permite comprender cómo están organizadas las industrias globales mediante el examen de la estructura y las dinámicas de los diferentes actores involucrados en una industria en específico (Fernandez Stark & Gereffi, 2019); al proporcionar los elementos de análisis para identificar los patrones de la producción global, vinculando actividades y actores geográficamente dispersos que son miembros de una sola industria y que tienen roles diferentes dentro de la misma (Fermández – Stark & Gereffi, 2019).

Al enfocarse en las secuencias de valor agregado dentro de una industria, desde la concepción a la producción y los usuarios finales, se pueden examinar los tipos de trabajo realizado, las tecnologías, normativas, regulaciones, productos, procesos y mercados e industrias desarrolladas en lugares específicos, dando como resultado, una visión holística de las industrias analizadas desde diferentes perspectivas (Fernandez Stark & Gereffi, 2019); sin embargo, de acuerdo con Kaplinsky et al. (2002), el marco de las capacidades dinámicas permite identificar y explicar cómo se transforman las firmas para atender las nuevas tendencias surgidas en el entorno a nivel nacional e internacional.

Actualmente, este tipo de producción representa del 80 % del comercio total a nivel mundial (Gereffi, 2005; Gereffi y Fernández-Stark, 2016; Ortiz-Ospina et al, 2018, Sandoval, Morales & Díaz, 2019). Por lo que, los países en vías de desarrollo han incursionado en ésta nueva división del trabajo exportando bienes y servicios en los que poseían ventajas competitivas, abandonando las políticas de sustitución de importaciones, para profundizar el modelo orientado a las exportaciones (Gereffi, 2001). Como resultado, se dio un incremento del comercio internacional y económico, que consolidó al grupo de economías emergentes que presentan un crecimiento del producto real por encima del promedio mundial y de las economías avanzadas (Sandoval, Morales & Díaz, 2019).

En este sentido, las presiones competitivas mundiales exigen que las empresas planifiquen el cambio de forma continua considerando que las firmas no innovan ni se actualizan de forma aislada y que éstas no sólo deben innovar (hacer las cosas mejor que antes), sino que deben apuntar a de actualización (hacer cosas nuevas y mejores que las anteriores).

Desde la Teoría de Recursos y Capacidades, Teece (1997, 2007, 2016) sugiere que las empresas deben desarrollar capacidades dinámicas que les permitan percibir y aprovechar los cambios, oportunidades y amenazas del mercado, a la vez que transforman los recursos y capacidades de la firma para hacer frente a dichos requerimientos.

El mismo autor, considera a la innovación, con un aspecto clave para que las empresas obtengan una ventaja competitiva, sin embargo, para obtener beneficios de ésta, las firmas necesitan desarrollar capacidades dinámicas, es decir, percibir y aprovechar los cambios, amenazas y oportunidades del entorno para eventualmente transformar la organización para hacer frente a dichos requerimientos (Petricevic & Teece, 2019).

La innovación, la cual implica tanto la creación como difusión de productos, procesos y métodos, proporciona cimientos para nuevas industrias, empresas y trabajos. El crecimiento inducido por la innovación también hace que sea más fácil para los gobiernos enfrentar los apremiantes problemas mundiales y sociales, entre ellos el del cambio climático (OCDE, 2010).

La innovación orientada a la sostenibilidad sigue siendo un campo emergente. "Muchas innovaciones sostenibles se dirigen a la mejora de los procesos tecnológicos y a la reducción de los costes de producción" (Bos-Brouwers, 2010). Muchas empresas, incluso las que tienen estrategias de sostenibilidad agresivas y visibles, ponen el énfasis principal en los cambios operativos que reducen los costes y los riesgos, sin atender al crecimiento de los ingresos de primera línea que es posible gracias a la innovación orientada a la sostenibilidad (Jay & Gerard, 2015).

Metodología

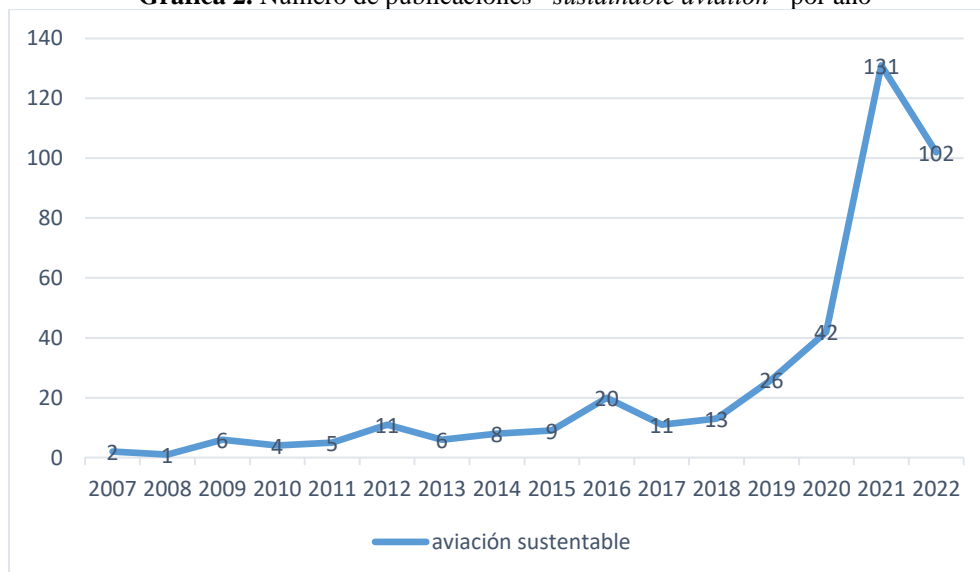
La investigación es de tipo descriptivo, el método se estructura de la siguiente manera:

1. Identificación de tendencias científicas a través de la revisión de literatura

El análisis de publicaciones científicas sobre un tema en específico permite prever la dirección del desarrollo de la realidad, previniendo el surgimiento de fenómenos sociales, industriales, ambientales, entre otros (Anatolievna, 2012). A fin de identificar puntos en común entre la industria aeronáutica y el cuidado del medio ambiente se realizaron búsquedas utilizando las palabras clave “green aviation” y “sustainable aviation”, teniendo un total de 506 resultados en un periodo comprendido entre 2007 y 2021; estas búsquedas se realizaron mediante el software Scopus. Los años de estudio fueron seleccionados con base a las características propias de la industria aeronáutica, al ser una industria caracterizada como “lenta” (por los largos tiempos de producción requeridos para ensamblar y entregar un bien final, en este caso las aeronaves¹).

Los resultados indican que, las investigaciones en torno a la relación existente entre aviación y sustentabilidad, se han incrementado de manera significativa tras el surgimiento de la crisis generada por la aparición del virus SARS-CoV-2, siendo el 2021 el año que más publicaciones tiene con un total de 131.

Gráfica 2. Número de publicaciones “sustainable aviation” por año



¹ Los pedidos de aeronaves, principalmente los aviones comerciales tienden a realizarse con un periodo aproximado de 10 años.

Elaboración propia con información obtenida en Scopus 2022

Como se muestra en la Imagen 1, los países que más han investigado sobre este tema son Estados Unidos (130), Alemania (60), Reino Unido (52), Australia y Canadá (28 y 20 publicaciones respectivamente).



Imagen 1. Publicaciones “*sustainable aviation*” por país

Elaboración propia con información obtenida en Scopus 2022

En cuanto al área de estudio se refiere, la mayoría de las publicaciones se encuentran en el ámbito de la ingeniería (196), seguido por la energía (195) y ciencias ambientales (93). En el área de Negocios, Administración y Contabilidad, solo se encontraron 26 publicaciones en los últimos 15 años (Véase Gráfico 3), por lo que, la relación existente entre aviación y sustentabilidad, resulta un área de oportunidad para ser investigada desde el enfoque de la Administración.

Elaboración propia por medio del software VoSViewer con información obtenida en Scopus 2022

El análisis por co-ocurrencia de palabras clave indica que existe una estrecha relación entre la aviación y el desarrollo sostenible, específicamente en el estudio de aeroestructuras, bio-combustibles y control de emisiones. En lo que refiere a bio combustibles, se presentan como alternativas para disminuir la generación de CO₂ y GEI los hidrocarburos y el etanol.

Como temas alternos de estudio se consideran las infraestructuras aeroportuarias, el diseño de productos y la relación con la industria espacial, así como e impacto que la generación y adopción de nuevas tecnologías tendrá sobre los integrantes de la CGV.

2. Identificación de cambios en la cadena global de valor de la industria aeronáutica

En concordancia con las tendencias científicas identificadas, se encuentra el informe emitido por la consultora KPMG (2019), donde se identifican las tecnologías que impactarán en la operación de la industria aeronáutica. Dichas tendencias tecnológicas se agrupan de acuerdo con su nivel de madurez relativa, lo cual resulta importante al considerar que pueden ser áreas de inversión en las firmas (Véase Cuadro 1). Para el caso mexicano, más del 90% de las empresas pertenecientes a este sector, se encuentra en el rubro de pequeñas y medianas empresas.

Cuadro 1. Tecnologías disruptivas industria aeronáutica

Grado de madurez de las tecnologías y modelos de negocio disruptivos					
Naciente	Amanecer	Estratégica	Alta apuesta	Madura	Declive
Vuelos V	Siguiente generación de supersónica	Tecnología de voz	Análisis y Big Data	Piloto automático	1ª clase
Ingeniería Ultrafan	Aeronaves eléctricas, híbridas e hidrógeno	Impresión 3D – Manufactura aditiva	Materiales compuestos	Ticketless	
Computación cuántica	Drones de mantenimiento	Blockchain	Cyberseguridad	Turbopropulsores	
Hipersónica	Serpientes y escarabajos (robots para mantenimiento)	Inteligencia Artificial (IA)	Vigilancia del tráfico aéreo por satélite	Renovación de flota	
Aviones no tripulados	Movilidad Aérea Avanzada (VTOL, eVTOL)	Biométricos	Larga distancia – bajo costo	LCC's	
	Realidad virtual y aumentada	Biocombustibles			

Elaboración propia con información obtenida de KPMG (2019); Aviation 2030

Existen diferentes predicciones sobre éstas y otras tecnologías que impactarán la industria aeronáutica, especialmente en lo enfocado en los aspectos técnicos. Sin embargo, por las características propias de la industria (los horizontes de inversión suelen ser de más de 15 años) es lógico pensar que las inversiones realizadas en las tecnologías presentadas influirán en los modelos de negocio y características de las aeronaves en 2030 y eventualmente, en la migración de una aviación verde a 2050.

Discusión

Entre las tecnologías consideradas como emergentes en la industria aeronáutica se encuentran los taxis aéreos, drones de reparto, viajes supersónicos, las cuales tendrán influirán no sólo en los sistemas de producción a nivel mundial, también se prevee que tengan un impacto significativo en la movilización de personas y bienes, así como en temas relacionados con la seguridad nacional y el cuidado medio ambiental (IIA, 2019).

De acuerdo con el informe emitido por la red internacional Stay Grounded “*Decrecimiento de la aviación: la reducción del transporte aéreo de manera justa*”, además del dióxido de carbono, los aviones producen otros elementos nocivos (metano, ozono, hollín, estelas y nubosidad inducida) con mayor impacto climático que el CO₂, contribuyendo entre un 5% y 8% al calentamiento global. Por lo que, derivado de las expectativas de crecimiento que se tienen en el sector, la Comisión Europea estima que en 2050 las emisiones de GEI de la aviación podrían ser entre cuatro y ocho veces superiores al nivel actual.

Ante esta problemática, y con la intención de contribuir al cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible, la industria aeronáutica ha implementado una serie de acciones entre las que destaca el uso de las tecnologías para migrar hacia una aviación sustentable, sin embargo, por la estructura de la propia industria y el estilo de gobernanza existente, los cambios adoptados tendrán repercusiones en todos los miembros de la CGV. Algunos de estas tecnologías disruptivas se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Tecnologías disruptivas y sus impactos en los miembros de la CGV aeronáutica

Area		Ejemplos	Participantes de la CGV				
			OEMS	Operadores	Arrendadores Financieros	MROs	Aeropuertos
Descarbonización	Diseño de aviones	Materiales compuestos (por ejemplo, fibra de carbono, aluminio), mejor aerodinámica (por ejemplo, Flying V), tecnología de piel de tiburón, renovación de la flota, computación cuántica para acelerar las pruebas de diseño					
	Eficiencia de motor	Motores con relación de derivación más alta / derivación ultra alta					
	Fuentes alternativas de energía	Motores de biocombustible, eléctricos e híbridos					
Digital	Análisis y Big Data	Mantenimiento predictivo mediante datos de vuelo					
	Manufactura aditiva / impresión 3D	Piezas de avión, interiores de cabina, piezas de motor					
	Blockchains	Equipaje, venta al por menor, distribución, fidelización, mantenimiento e integridad de las piezas, papeleo, contratos inteligentes y arrendamientos					
	GATS	sistema mundial de comercio de aeronaves					
	Inteligencia Artificial	Chatbots, congestión aeroportuaria, congestión del espacio aéreo, precios predictivos en tiempo real					

Area	Ejemplos	Participantes de la CGV				
		OEMs	Operadores	Arrendadores Financieros	MROs	Aeropuertos
	Robótica de Mantenimiento					
	AR, VR					
	Cyber seguridad					
	Tecnología de voz					
	Biométricos					
Velocidad	Supersónico					
	Hipersónico					
Acceso	Nuevas localizaciones					
	Plataformas on-demand					

Fuente: Adaptado de KPMG (2019); Aviation 2030

Como se observa en el Cuadro 2, se prevén diversas implicaciones para los miembros de la CGV. Para el caso de los OEM, la aplicación de nuevos combustibles permitirá realizar modificaciones en los diseños de motores, buscando la eficiencia operativa, autonomía y reducción de contaminantes, permitiendo el funcionamiento de aeronaves más ligeras (fuselajes con menor peso), mayor eficiencia operativa y autonomía.

Se espera que la robotización impulse la eficiencia en todo el proceso de fabricación, reduciendo el número de empleados en un proceso notoriamente intensivo en mano de obra; por lo anterior, es posible que se

necesiten asociaciones estratégicas o adquisiciones para aprovechar las oportunidades que ofrecen la robótica, el IoT, los datos y el análisis (KPMG, 2019; Deloitte, 2021; Deloitte, 2022). De igual manera, se requerirá de capacitación constante para que el personal pueda desempeñarse en diferentes actividades.

Para los operadores de las aeronaves (líneas aéreas): Se prevee que enfrenten una presión creciente en la reducción de emisiones de carbono. A corto plazo, es probable que se implementen biocombustibles como parte de las medidas de reducción de emisiones, requiriendo que se tomen las medidas necesarias para asegurar el suministro de los mismos. Con el surgimiento de pequeños vehículos de despegue y aterrizaje vertical (VTOL), conocidos también como Movilidad Aérea Avanzada (MAA), existe la posibilidad de que a largo plazo, los viajes en helicóptero, taxi o ferry, disminuyan de manera considerable.

En cuanto al uso de la inteligencia artificial, se pretende que la robótica reduzca la necesidad de que los técnicos se desplacen físicamente a los lugares para realizar las tareas de inspección y mantenimiento, así como la necesidad de retirar los activos de la circulación para su formación y/o reparación (KPMG, 2019; Deloitte, 2021; Deloitte, 2022). También, se espera que el uso conjunto de drones y robots produzcan cambios en una serie de parámetros, como la puntualidad, el tiempo de inactividad de los aviones, los costes de mantenimiento y la seguridad.

Las empresas dedicadas a las empresas de Mantenimiento, Reparación y Operaciones (MRO), probablemente sean las más cambios tengan que implementar para seguir participando en la CGV; se prevee que las transmisiones eléctricas, con menos piezas de desgaste, requieran menos mantenimiento general reduciendo el mercado global, principalmente en el área de motores. Aunado a lo anterior, se espera una reconversión de la mano de obra técnica para manejar los nuevos diseños y tecnologías de los motores. El uso de la IA en los análisis predictivos, permitirá una planificación más precisa de las visitas al taller y sus costes, facilitando una mejor gestión del presupuesto (KPMG,2019).

Los procesos de manufactura deberán de aprovechar las ventajas de la producción masiva de bajo coste a través de la adopción de nuevas tecnologías y de Inteligencia Artificial. La producción de bajo coste se combinará con ciclos de desarrollo más rápidos y habilitados digitalmente por lo que, las nuevas tecnologías, como la fabricación aditiva, también pueden añadir flexibilidad a los procesos de fabricación y a menudo tienen la ventaja adicional de reducir el desperdicio de material (AIA, 2019).

El caso del funcionamiento de los aeropuertos requerirá gran participación de los Estados, por los nuevos requerimiento en la infraestructura existente, lo anterior ya que se requieren adaptaciones para

almacenar y distribuir los biocombustibles o bien, suministrar energía eléctrica. Se espera, que exista un incremento en la adopción generalizada de robots en las operaciones aeroportuarias, como son escanear las tarjetas de embarque, facturar las maletas, entregar el equipaje a los aviones, ayudar a los pasajeros perdidos, etc.

Por último, la colaboración entre el sector empresarial, los organismos no gubernamentales la mentalidad y los gobiernos deberán evolucionar para permitir el crecimiento de la industria y el cumplimiento de los ODS.

Conclusion

Las medidas de contingencia de Covid-19 y el cambios en los patrones de gasto de los consumidores tras la crisis redujeron drásticamente la demanda de viajes aéreos durante un periodo prolongado. La puesta en tierra del 90% de las aeronaves, también aceleró el cambio de aquellas más antiguas y menos eficientes en cuanto consumo de combustible se refiere.

De manera general, las tendencias científicas y tecnológicas demuestran un interés por mejorar la eficiencia del combustible, reducir la contaminación por ruido, la emisión de gases efecto invernadero y los costos operativos.

Al ser una industria cuyos tiempos de producción se consideran largos, las inversiones que los líderes de la CGV están realizando en innovaciones y desarrollos tecnológicos, impactarán a los demás miembros de la cadena, las cuales indican que habrán nuevos modelos de producción y de negocios basados en la robótica, la electrificación, la tecnología de los biocombustibles y la tecnología supersónica.

Para que las firmas puedan hacer frente a dichas disrupciones en la CGV, necesitan desarrollar capacidades dinámicas que les permita beneficiarse de la innovación o tecnología adquirida. De igual manera, se requiere de gran participación gubernamental en la modificación de infraestructuras y en el suministro de apoyos gubernamentales que promuevan la adopción y desarrollo de innovaciones, investigación, y tecnología que contribuyan a la adopción de una aviación sustentable tanto en los procesos productivos como en la operación de aeronaves.

References:

1. Aerospace Industry Associations. (2019). What's Next for Aerospace and Defense: A Vision for 2050, en: <https://www.aia-aerospace.org/vision-2050/>
2. Anatolievna. (2012). Herramientas del futuro investigador educativo: la ciencia moderna y sus funciones, Innovación educativa en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-26732012000200007#:~:text=Los%20conocimientos%20cient%20C3

- ADficos% 20permiten% 20prever,nuevos% 20tipos% 20de% 20su% 20o
rganizaci% C3%B3n.
3. Bos-Brouwers. (2010). Corporate sustainability and innovation in SMEs: Evidence of themes and activities in practice, *Business Strategy and the Environment*, Volumen 19 , Número 7, pp. 417-435
 4. CEPAL. (2020). COVID-19: Impactos inmediatos en el transporte aéreo y en el mediano plazo en la industria aeronáutica, en: <https://www.cepal.org/es/notas/covid-19-impactos-inmediatos-transporte-aereo-mediano-plazo-la-industria-aeronautica>
 5. Deloitte. (2021). Perspectivas de la industria aeroespacial y de defensa para 2021, en: <https://www2.deloitte.com/ch/en/pages/manufacturing/articles/aerosp-ace-and-defense-industry-outlook-2021.html>
 6. Deloitte. (2022a). aerospace and defense industry outlook, en: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/manufacturing/us-eri-outlooks-2022-aerospace-defense.pdf>
 7. Deloitte. (2022b). TechTrends 2022: Thirteen years of research, en: <https://www2.deloitte.com/py/es/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/tech-trends-2022.html>
 8. Fernandez-Stark, K. & Gereffi, G. (2019). Global value chain analysis: a primer, *Handbook on Global Value Chains*. Edward Elgar Publishing.
 9. Gereffi, G. (2001), Las cadenas productivas como marco analítico para la globalización. *Problemas del Desarrollo*, 32(125), 9-37.
 10. Gereffi, G. (2005). The global economy: organization, governance and development, en: N. Smelser y R. Swedberg (Eds.), *The Handbook of Economic Sociology* (pp. 160-182). Nueva York: Princeton University.
 11. Gereffi, G. (2018). Políticas de desarrollo productivo y escalamiento: la necesidad de vincular empresas, agrupamientos y cadenas de valor. En E. Dussel, *Cadenas Globales de Valor. Metodología, Teoría y Debates*. (pp. 13-44). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Economía.
 12. Gereffi, G., & Fernández-Stark, K. (2016), *Global Value Chain: A primer* (2.ª ed.), en: https://gvcc.duke.edu/wp-content/uploads/Duke_CGGC_Global_Value_Chain_GVC_Analysis_Primer_2nd_Ed_2016.pdf
 13. Instituto Mexicano del Transporte, (2019), Impacto de la COVID-19 en el transporte aéreo de pasajeros y carga en México durante el 2020, en: <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt629.pdf>

14. Jay & Gerard, (2015), Accelerating the Theory and Practice of Sustainability-Oriented Innovation; MIT Sloan School Working Paper 5148-15
15. Kaplinsky, Morris & Readman, (2002), Understanding upgrading: Using value chain analysis, en: https://cris.brighton.ac.uk/ws/files/151841/Understanding_value_Using_Value_Chain_Analysis.pdf
16. KPMG International, (2019), Aviation 2030: Disruption and its implications for the aviation sector, en: <https://home.kpmg/xx/en/home/insights/2019/12/aviation-2030.html>
17. NoticiasONU, (2021), El transporte sostenible es clave para el cambio hacia la energía verde, en: <https://news.un.org/es/story/2021/10/1498352>
18. OMPI; (2017), Embraer: Gigante aeronáutico y empresa pionera del Brasil, en: https://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2017/06/article_0003.html
19. Organización Internacional de Transporte Aéreo, (2020), Comunicado No 12, IATA actualiza el impacto económico del COVID-19 (Urgen medidas de estímulo), en: <https://www.iata.org/contentassets/31c639da45924ad1ad41fcc42fa07fa6/2020-03-05-01-sp.pdf>
20. Ortiz-Ospina, E., Beltekian, D., y Roser, M. (2018). Trade and Globalization; en: <https://ourworldindata.org/international-trade>
21. Sandoval, Morales & Díaz, (2019), Estrategia de escalamiento en las cadenas globales de valor: el caso del sector aeroespacial en México, *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, vol. 7, núm. 20, 2019, Universidad Nacional Autónoma de México
22. Scopus, (2022), Sustainable Aviation, en: https://www-scopus-com.pbidi.unam.mx:2443/results/results.uri?sort=plf-f&src=s&st1=%22sustainable+aviation%22&sid=7973c2e3d5d4d99e977b0ef97977b807&sot=b&sdt=b&sl=37&s=TITLE-ABS-KEY%28%22sustainable+aviation%22%29&origin=searchbasic&editSaveSearch=&yearFrom=Before+1960&yearTo=Present&featureTo:gles=FEATURE_EXPORT_REDESIGN:0
23. Secretaria de Economía, (2012); *Industria Aeronáutica en México*, en: https://www.economia.gob.mx/files/Monografia_Industria_Aeronautica.pdf