



Las opiniones y los contenidos de los trabajos publicados son responsabilidad de los autores, por tanto, no necesariamente coinciden con los de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad.



Esta obra por la Red Internacional de Investigadores en Competitividad se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Unported. Basada en una obra en riico.net.

Autos voladores e infraestructuras sustentables: Transformaciones en la industria aeronáutica

Lisette Farah Simón¹
Romina Castillo Malagón²

Resumen

De manera particular, el transporte aéreo reconoce el impacto positivo que tiene en la sociedad al facilitar la movilidad de transporte y mercancías, así como al favorecer el desarrollo de otras actividades comerciales como el turismo; sin embargo, a pesar de los beneficios que ha traído, también es de resaltar el impacto que tienen sus operaciones en el medio ambiente. Se propone avanzar hacia una aviación verde en ciudades inteligentes para el 2050, explorando nuevas tecnologías, entre ellas los vehículos eléctricos de despegue y aterrizaje vertical (eVTOL) lo que implicará retos complejos y significativos para la industria y sus usuarios. El objetivo de esta investigación es identificar los principales retos que enfrentarán las empresas, gobiernos y Organizaciones no Gubernamentales al implementar sistemas aéreos mediante el uso de los vehículos de movilidad aérea avanzada. Se realizó una revisión sistemática de literatura y se determinó que la adaptación de la infraestructura y la gestión del espacio aéreo son los principales desafíos que enfrentan.

Palabras clave: transporte aéreo, sustentabilidad, ciudades inteligentes, innovación y desarrollo tecnológico.

Abstract

Air transport, in particular, recognizes the positive impact it has on society by facilitating the mobility of people and goods, as well as promoting the development of other commercial activities, such as tourism. However, despite the benefits it has brought, it is also important to highlight the impact its operations have on the environment. The proposal is to move towards green aviation in smart cities by 2050, exploring new technologies, including electric vertical take-off and landing (eVTOL) vehicles, which will pose complex and significant challenges for the industry and its users. The objective of this research is to identify the main challenges that companies, governments, and non-governmental organizations will face when implementing aerial systems using advanced air mobility vehicles. A systematic literature review was conducted, and it was determined that infrastructure adaptation and airspace management are the main challenges they face.

Keywords: air transport, sustainability, smart cities, innovation, and technological development.

¹Facultad de Contaduría y Administración

²Facultad de Ingeniería Universidad Nacional Autónoma de México

Introducción

El sector aeronáutico es estratégico en el nivel mundial por su crecimiento potencial y su impacto en el desarrollo tecnológico e innovación; además de estar estrechamente ligado al comercio y turismo, por tanto, es un motor importante para la integración económica y social de los países.

Según el informe *Stand Research Group* (2022), en las últimas décadas el crecimiento de este sector ha sido exponencial, convirtiéndose en un sector de conectividad mundial y de desarrollo económico. Sin embargo, este crecimiento también tiene un impacto negativo en el medio ambiente y, por ende, su contribución al cambio climático tiene un costo importante. Desde el 2019, el transporte aéreo de mercancías ha provocado numerosos problemas, siendo el aumento de la carga de emisiones de CO₂ su principal efecto negativo.

En comparación con el sector marítimo o el terrestre, genera mayores cargas de emisiones de carbono debido a que los aviones son pesados por lo que consume grandes cantidades de combustibles fósiles que, además del CO₂, también emiten otros contaminantes como óxidos de nitrógeno (NOx), gases nocivos tanto para el medio ambiente como para la salud y, que, son ignorados por gobiernos, industria y la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) por considerar su impacto demasiado incierto desde un punto de vista científico (Stay Grounded, 2019).

El informe emitido por Stay Grounded (2019) resalta que los impactos medioambientales generados por la aviación incluyen también efectos negativos por las estelas de condensación, las nubes cirros¹, metano, ozono, nubosidad inducida² y otras partículas como el hollín, lo que causa entre el 5% y el 8 % del calentamiento global.

Con base en lo anterior, y considerando el papel estratégico del sector aeronáutico, es importante abordar el problema de su impacto ambiental y no sólo su contribución a la integración económica y social que conlleva. En este contexto, la sustentabilidad aeronáutica enfrenta un desafío que requiere la acción coordinada de gobiernos, industria y organismos internacionales como la OACI y la IATA).

Pero ¿qué es la sustentabilidad aeronáutica? Para definir la sustentabilidad aeronáutica, primero se entender que la sustentabilidad en este sector implica un conjunto de prácticas, tecnologías y normativas que tiene como finalidad minimizar las externalidades negativas a lo largo de la cadena de valor. Por ende,

¹ Las nubes cirros son nubes altas, delgadas y separadas, compuestas por cristales de hielo, las cuales tienen una apariencia fibrosa que se forman generalmente por encima de los 6,000 metros sobre la superficie terrestre y donde las temperaturas son muy altas

² La nubosidad inducida por la aviación hace referencia a los cambios en la nubosidad asociado a las operaciones de la aviación.

se debe abarcar el problema a lo largo de toda la cadena; es decir, desde la fabricación de aeronaves y la gestión de tráfico aéreo hasta el desarrollo de combustibles más limpios, la optimización de rutas de vuelo e implementar nuevas estrategias para minimizar el impacto negativo en tierra.

Sustentabilidad Aeronáutica

La cadena de valor aeronáutica es reconocida por el potencial de crecimiento y sus innovaciones tecnológicas (ver figura 1), además de su estrecha vinculación con el comercio y el turismo. Sin embargo, el auge que ha tenido en las últimas décadas enfrenta grandes desafíos, siendo uno de ellos su huella ambiental. En este contexto, la perspectiva sustentable para el sector aeronáutico implica tener una visión que integre todas las etapas de la cadena de valor, que involucren una adopción de prácticas y tecnologías que ayuden a optimizar los recursos y minimizar los efectos medio ambientales, las cuales permitan una transición hacia una aviación sustentable.

Figura 1.

Perspectivas del mercado global de movilidad aérea urbana: previsiones hasta 2033



Nota:

- El tamaño del mercado mundial de movilidad urbana fue valorado en USD 5.4 millones de dólares en 2023.
- El mercado está creciendo en una CAGR de 11,19% de 2023 a 2033.
- Se espera que el mercado mundial de movilidad urbana alcance USD 15.6 Billones de dólares para 2033.
- Se espera que Asia Pacífico crezca más rápido durante el período previsto.

Fuente: Spherical Insights and Consulting. (2024). *Global Urban Air Mobility Market Size, Trends, Forecasts to 2033*. https://www.sphericalinsights.com/es/reports/urban-air-mobility-market?utm_

La industria ha propuesto soluciones innovadoras que incorporan el desarrollo de materiales avanzados y la implementación de nuevas tecnologías que disminuyan el uso de combustibles fósiles y el

peso de las aeronaves que aseguren la sustentabilidad a largo plazo. Por ello, la importancia de identificar los retos que enfrentan los gobiernos, empresas y Organizaciones No Gubernamentales (ONG's) para el desarrollo de los vehículos de Movilidad Aérea Avanzada (MAA), como parte de la transición que se requiere hacia la aviación verde en el 2050, con énfasis en la adaptación de la infraestructura y espacio aéreo.

Con la finalidad de identificar los retos es necesario describir la situación actual de la aviación y sus impactos ambientales. La aviación comercial y de carga es una parte fundamental del transporte global; los integrantes del transporte aéreo (líneas aéreas, aeropuertos, ensambladores de aeronaves y prestadores de servicio postproducción) reconocen que dicho modo de transporte tiene un impacto en la vida de las personas, facilitando la conectividad entre individuos y mercados a nivel mundial.

Por otra parte, los ensambladores de aeronaves son vitales para la industria, ya que su innovación constante lleva a la fabricación de transportes aéreos más seguros, eficientes y sostenibles. En este sentido, el desarrollo e innovación tecnológica del sector, ha establecido las bases para considerar la futura integración de autos voladores, es decir, los vehículos eléctricos de despegue y aterrizaje vertical (eVTOL).

Vehículos eléctricos de despegue y aterrizaje vertical (eVTOL)

Los Vehículos eléctricos de despegue y aterrizaje vertical son un medio de transporte aéreo que puede funcionar como un automóvil y como una aeronave. Son vehículos multimodales que se pueden utilizar de diversas formas (Castellanos, 2017), desde vehículos de transporte urbano, interurbano o de carga, y como se menciona se diseñan para despegar y aterrizar verticalmente, además de que pueden operar de manera autónoma.

Entre las principales características de los eVTOL se destacan las siguientes:

- Pueden ser operados de manera manual o autónoma.
- No requieren de un puerto, helipuerto o garaje de estacionamiento.
- Materiales más livianos, ecológicos, eficientes u con mayor rendimiento y autonomía.
- Se requiere una licencia de piloto además de la licencia de conducir.

Este cambio en los modos de transporte es una respuesta a la problemática ambiental creciente y a una necesidad de opciones de transporte sustentable, lo que ha generado la demanda de automóviles que logren tener mayor eficiencia de combustible y reducir su huella ambiental. El objetivo de este nuevo modo de transporte es reducir las emisiones de carbono e implementación de acciones pertinentes para contribuir al cumplimiento de la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (Shantanu, 2024).

La adopción de vehículos eVTOL enfrenta importantes barreras económicas y logísticas. Su alto costo no solo es debido a los requerimientos técnicos, como la necesidad de múltiples rotores y baterías de alta densidad energética que garantice su autonomía de vuelo, sino también de certificaciones de vuelo de entidades como la Administración Federal de Aviación (FAA) o de la Agencia Europea para la Seguridad Aérea (EASA)³ (Aviación Civil, 2022). Asimismo, se requiere contar con infraestructura especial, como puertos verticales urbanos (*vertipuertos*) o redes de carga rápida adecuados. Del mismo modo, los desafíos relacionados con regulaciones, normativas de seguridad y la gestión del espacio aéreo, son obstáculos que enfrenta su incorporación al mercado global (Spherical Insights and Consulting, 2024).

Economía evolutiva y sus aplicaciones en la sustentabilidad

El marco de análisis denominado economía evolutiva, tiene sus orígenes en los trabajos seminales de Joseph Schumpeter (1942), quien introduce el término de “destrucción creativa” para explicar que el mundo cambia por las constantes innovaciones y desarrollos tecnológicos. Desde este enfoque, las innovaciones, ya sea de producto, proceso o en los modelos de negocio, inevitablemente desplazarán a las estructuras económicas y empresas que no innoven, el autor consideraba que, este proceso, aunque disruptivo a corto plazo, es uno de los motores del progreso económico y, por ende, de mejora en la calidad de vida de las personas.

A diferencia de los enfoques neoclásicos, la economía evolutiva se centra en los procesos del cambio, la incertidumbre y el papel crucial que la innovación y el desarrollo tienen para impulsar el crecimiento y transformación de las organizaciones y por ende de las naciones y la sociedad en general (Nelson y Winter, 1982).

Desde la óptica de la administración, este marco de análisis nos proporciona herramientas para explicar cómo las organizaciones aprenden, se adaptan y compiten en entornos dinámicos (Teece, Pisano, y Shuen, 1997). Para Freeman y Soete (1997), las nuevas tecnologías no sólo generan nuevas oportunidades de mercado, también, tienen el potencial de crear nuevos productos, servicios y transformar las dinámicas competitivas existentes. Por ello, comprender, gestionar, difundir y crear nuevas tecnologías, así como fomentar la innovación al interior de las organizaciones debería estar considerado como parte estratégica de aquellas que pretenden mantenerse competitivas y asegurar su crecimiento a mediano y largo plazo (Teece, Pisano, y Shuen, 1997).

Como se mencionó, la premisa fundamental de la economía evolutiva es que las innovaciones y el desarrollo tecnológico son factores que tienen el potencial para impulsar el cambio al interior y exterior de

³ La Administración Federal de Aviación (FAA) y Agencia Europa para la Seguridad Aérea (EASA) son la máxima Autoridad de Aviación Civil

las organizaciones, por lo que, estas actividades tienen la fortaleza de coadyuvar a que las organizaciones puedan transitar hacia prácticas o modelos de negocios sustentables.

El término sustentable, se definió de manera formal en el Informe Brundtland de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD) de las Naciones Unidas, publicado en 1987. De acuerdo con este informe, el desarrollo sustentable se define como: *"El desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades."* (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1987, p. 24)

En la actualidad, el mundo está en una búsqueda constante de actividades, productos y servicios que fortalezcan la mitigación del cambio climático, en este sentido Ashford (2012) argumenta que la sustentabilidad no es solo una restricción, sino también una fuente de oportunidades para la innovación radical. De acuerdo con Hart y Milstein (2003) la adopción de prácticas y tecnologías sostenibles, impulsada por la necesidad de preservar el medio ambiente y los recursos para las futuras generaciones, puede generar innovaciones que no solo reducen el impacto negativo, sino que también crean nuevos mercados, empleos y oportunidades para mejorar el bienestar humano.

Desde una perspectiva que considera el crecimiento y desarrollo a nivel regional, Jacobs (1992) propone que el desarrollo tecnológico y la innovación pueden incidir en que las ciudades adopten soluciones más sustentables, que reduzcan la explotación de los recursos naturales y generen menos desechos y contaminantes, lo que eventualmente tendrá un impacto positivo en la calidad de vida de sus habitantes. Es decir, las ciudades que propicien la adopción de tecnologías amigables con el medio ambiente tienen más probabilidades de desarrollar nuevos sistemas de transporte o hacer más eficientes los ya existentes, utilizar las energías renovables como fuente de consumo y aplicar tecnologías que eliminen la generación de basura, mejorando la calidad del aire, salud y bienestar de la población, y transitar a la formación de ciudades inteligentes.

Método

Para esta investigación se realizó una búsqueda sistematizada de literatura para identificar los principales retos claves que enfrentan las empresas, gobiernos y ONG's en el desarrollo e implementación de vehículos eléctricos de despegue y aterrizaje vertical, bajo el marco teórico de la economía evolutiva y la sustentabilidad. Para ello, es necesario un análisis multidimensional que considere aspectos técnicos, regulatorios y sociales.

Este método se estructura con base en tres ejes fundamentales:

- 1) Búsqueda de literatura académica y técnica relacionada a aspectos técnicos sobre los requerimientos de la infraestructura que requieren los eVTOL para operar, con la finalidad de definir los retos técnicos.
- 2) Análisis de los posibles cambios regulatorios y su capacidad para adaptarse a este nuevo cambio regulatorio para establecer los retos regulatorios.
- 3) Análisis del impacto social y organizacional derivado de la incorporación de esta nueva tecnología para definir los retos sociales y económicos.

El proceso se desarrolla mediante una búsqueda sistémica en las bases de datos de *Web of Science* y *Google Scholar* utilizando las palabras claves en español e inglés: “movilidad aérea urbana (*urban air mobility*)”, “Desafíos eVTOL (*eVTOL challenges*)” y “Vertipuertos (Vertiporitos)”. Además, se analiza información publicada entre el 2015-2024 de la Organización de Aviación Civil, de la Administración Federal de Aviación (FAA) y Agencia Europa para la Seguridad Aérea y el reporte de *Stay Grounded* de 2019 y, por último, se consultaron documentos que describen las políticas públicas vinculadas a MAA. Posterior a esta revisión, se realiza un análisis temático de los contenidos seleccionados, clasificando así los hallazgos según los diferentes actores involucrados y los ámbitos de la interrelación entre los factores que influyen para su desarrollo, generando así una base para futuras investigaciones en este campo emergente.

Sustentabilidad y eVTOL: Hacia la movilidad sustentable

La adopción de vehículos eVTOL contribuye a una transición clave en la movilidad sustentable, al combinar innovación tecnológica con fuentes de energía limpia, por lo que para su desarrollo y funcionamiento se requiere que la cadena de valor abarque diversos segmentos interconectados (Spherical Insights and Consulting, 2024).

En este sentido, las empresas deben de romper sus rutinas establecidas y adaptarse a las exigencias del entorno; además deben adecuar estos cambios en sus modelos de negocios con la finalidad evolucionar a través del tiempo y transformar sus procesos. El comportamiento empresarial no solo debe basarse en decisiones racionales, sino en la repetición de las actividades diarias, es decir, en las rutinas organizacionales y en el accionar diario (Nelson y Winter, 1982).

De acuerdo con la teoría evolutiva del cambio económico propuesta por Nelson y Winter (1982), cuando las rutinas se modifican o son sustituidas por otras la innovación ocurre. Por lo que, para el caso de la industria aeronáutica, el desarrollo e implementación de eVTOL no solo depende de los avances tecnológicos relacionados con propulsión eléctrica y/o materiales ligeros, sino también del desarrollo de sistemas de inteligencia artificial para la navegación autónoma, así como el diseño innovador de nuevos modelos de negocios que impulsen la transformación del sector aeronáutico, de transporte y logístico en un

ecosistema de transporte interconectado que opere con energías limpias y sistemas de gestión inteligentes de tráfico aéreo.

Esta evolución puede darse de manera interna o por responder a cambios tecnológicos del entorno (Nelson y Winter, 1982), por lo que los autores argumentan que las empresas deben adaptarse a esta transición a través del tiempo y con cambios innovadores en sus rutinas diarias. Para el caso de la industria aeronáutica, se requiere que las empresas transformen sus modelos de negocios e incluyan en ellos vehículos eVTOL, lo que implica:

1. Cambio en las rutinas existentes

Cambios en sus modelos de movilidad terrestre y modificar sus rutinas de logística, operación, mantenimiento y regulación.

2. Selección de tecnología

Capacidad de aprendizaje y adaptación para no quedar rezagadas o desaparecer del mercado.

3. Innovación disruptiva

La integración los vehículos eVTOL en sus modelos representa una innovación disruptiva y tecnológica, lo que conlleva a generar nuevos conocimientos, nuevas alianzas estratégicas y adaptación organizacional.

4. Coevolución industria-regulación

La adaptación de un marco regulatorio es indispensable para crear un entorno dinámico.

En este contexto, los sistemas no funcionarían de forma aislada, sino que funcionan como nodos de una red interconectada en la que se incorporan plataformas digitales, *vertipuertos*, sistemas de control de tráfico y herramientas de gestión del espacio aéreo urbano. Esta infraestructura facilitará el desplazamiento entre zonas periféricas y centros urbanos, evitando los congestionamientos terrestres, reduciendo significativamente los tiempos de traslados y, en consecuencia, mejorar la calidad de vida.

Esta transición es clave para la movilidad sustentable, al integrar innovación tecnológica con fuentes de energía limpia. Por lo antes descrito, se puede identificar que los principales retos que enfrenta esta transición son:

- a) Adaptación de la infraestructura y del espacio aéreo

- Falta de *vertipuertos* y estaciones de carga adecuadas para zonas urbanas
- Rediseño del espacio aéreo para evitar saturación y garantizar seguridad
- Necesidad de normas internacionales de tráfico aéreo urbano

- b) Retos regulatorios y jurídicos

- Aprobación y certificaciones por parte de la FAA y la EASA para autos voladores

- Responsabilidad civil por accidentes
 - Integración con base en normativas ambientales y urbanísticas
- c) Adaptación social y brechas económicas
- Costo inicial elevado, lo cual limita el acceso
 - Percepción negativa sobre la seguridad, ruido y privacidad
 - Participación de ONG's en la vigilancia de derechos y equidad.

La incorporación de los eVTOL como parte de la transformación de la industria aeronáutica no solo implica avances tecnológicos y energéticos, sino también un cambio en los sistemas urbanos, regulatorios y sociales. El éxito de la movilidad sustentable dependerá de la coordinación, adaptación y capacidad de gobiernos, empresas, organizaciones civiles y ONG's para superar estos retos de manera conjunta e interdisciplinaria garantizando una movilidad eficiente y sostenible.

Bajo el enfoque de los ODS, la implementación de los vehículos eVTOL puede contribuir al desarrollo sostenible, particularmente con los objetivos:

ODS 7: Energía asequible y no contaminante

Aumentar el uso de energías renovables

Mejorar la eficiencia energética

Infraestructura energética en países en desarrollo

ODS 9: Industria, innovación e infraestructura

Desarrollo de infraestructuras sostenibles

Innovación tecnológica

Acceso equitativo a la tecnología e internet

ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles

Vivienda digna y asequible

Transporte público accesible

Gestión de residuos y reducción de contaminación

ODS 13: Acción por el clima

Reducción de emisiones de gases invernadero

Planes de adaptación climática

Educación y sensibilización sobre el cambio climático

ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos

Cooperación internacional

Financiamiento sostenible

Transferencia de tecnología y conocimiento

Con base en lo anterior, se identifican desafíos que pueden limitar su impacto positivo con base en tres aspectos claves vinculados a los ODS:

1) Infraestructura y ciudades sostenibles (ODS 9 y 11)

Capacidad de adaptabilidad de las ciudades para la incorporación de la infraestructura requerida por los eVTOL, considerando el impacto en la planificación urbano, la reducción de la congestión vehicular y el transporte limpio

2) Acción climática y energías limpias (ODS 7 y 13)

Potencial de los eVTOL para reducir emisiones de gases en comparación con la aviación tradicional, además de los retos que enfrenta la transición del uso de energías limpias

3) Alianzas y gobernanza (ODS 15)

El papel que juegan la cooperación entre empresas, gobiernos y ONG's en el desarrollo e integración de normativa, inversión en infraestructura y en la garantía del acceso equitativo al uso de estas tecnologías

De esta manera, la adopción de vehículos eléctricos de despegue y aterrizaje vertical enfrenta desafíos estructurales y normativos que requieren de la fomentar las alianzas entre gobiernos, empresas, organizaciones civiles y ONG's con el propósito de compartir costos y acelerar esta transición; ya que uno de los principales retos es la falta de infraestructura adecuada; la cual limita las operaciones y la escalabilidad de este nuevo medio de transporte urbano.

Del mismo modo, se requiere que las regulaciones establezcan las normas internacionales para homologar las operaciones, así como, es necesario incorporar en las rutas aéreas inteligencia artificial para la gestión autónoma del tráfico aéreo, de manera coordinada, eficiente y segura.

Los hallazgos no solo identifican los retos técnicos y regulatorios de la implementación y desarrollo de vehículos eVTOL, sino también resaltan su posible impacto en el cumplimiento de los ODS.

Conclusiones

Aunque la industria aeronáutica ha adquirido el compromiso de migrar hacia una aviación verde a más tardar en 2050, aún presenta algunas deficiencias al generar grandes cantidades de contaminantes como son

ruido, gases efecto invernadero, desperdicios asociados al uso de las aeronaves (comida, basura, piezas y componentes que ya no pueden ser reparados porque cumplieron con su ciclo de vida); también está utilizando de manera intensiva la innovación y desarrollo de nuevas tecnologías para alcanzar los compromisos adquiridos y mejorar la calidad de vida de las personas.

En este sentido, la generación de nuevos vehículos eVTOL, tienen el potencial de acelerar la disminución de contaminantes a la vez, que puede tener un impacto positivo en la calidad de vida de las personas al reducir y hacer más eficientes los traslados entre ciudades, aumentar el uso de energías renovables, impulsar el desarrollo de infraestructuras sostenibles, brindar sistemas de transportes públicos accesibles y mejorar la educación.

Como todo cambio radical, se necesita el compromiso de varias partes interesadas para tener los mejores resultados, los organismos no gubernamentales entre otros, tendrán el reto de actualizar o crear los lineamientos de operación de los eVTOL. A nivel nacional, es necesario adaptar las políticas públicas, leyes y reglamentos que permitan el funcionamiento correcto de estos vehículos. Será necesario invertir en infraestructuras que faciliten su operación, y se requerirá contar con personal capacitado en su control, mantenimiento y manejo.

Referencias

- Ashford, N. A. (2012). Innovation for sustainability. *Technology and Society*, 34(4), 213-221.
- Aviación Civil, A. F. (s. f.). *Certificado de Vuelo Seguro (CVS)*. gob.mx. <https://www.gob.mx/afac/acciones-y-programas/tramites-de-la-direccion-de-seguridad-de-la-aviacion-civil-cvs>
- Castellanos Jorge (2017). Coches voladores: ¿el mercado aéreo del futuro? (2017, 1 junio). *Aviación 21*. <https://a21.com.mx/aeronautica/2017/06/01/coches-voladores-el-mercado-aereo-del-futuro>.
- Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. (1987). *Nuestro futuro común*. Alianza Editorial.
- Freeman, C., y Soete, L. (1997). *The economics of industrial innovation (3rd ed.)*. Pinter.
- Hart, S. L., y Milstein, M. B. (2003). Creating sustainable value. *Academy of Management Executive*, 17(2), 56-67.
- Jacobs, J. (1992). *The death and life of great American cities*. Vintage Books.
- Nelson, R. R., y Winter, S. G. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Harvard University Press.

Schumpeter, J. A. (1934). *The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle*. Transaction Publishers.

Spherical Insights and Consulting. (2024). *Global Urban Air Mobility Market Size, Trends, Forecasts to 2033*. https://www.sphericalinsights.com/es/reports/urban-air-mobility-market?utm_

Shantanu, S. (2024). *Materiales avanzados para automóviles voladores y Análisis Regional*. <https://www.kingsresearch.com/es/advanced-materials-for-flying-cars-market-513>

Stay Grounded y Kollektiv Periskop (2019). *El decrecimiento de la aviación la reducción del transporte aéreo de manera justa*. [Reporte]. <https://stay-grounded.org/report-degrowth-of-aviation/>

Stay Grounded. (2022). *It's about more than just CO₂: Aviation must reduce its total impact on climate* [Reporte]. https://stay-grounded.org/wp-content/uploads/2020/10/SG_Factsheet_Non-CO2_2020.pdf