

TERCER SIMPOSIO ININDETEC • 25 ANIVERSARIO

# La nueva economía aeronáutica

---

Talento, innovación y soberanía tecnológica

**Dra. Luz Elena Narváez Hernández**

Universidad Aeronáutica en Querétaro • 14 – 16 de octubre de 2026



# El crecimiento exportador es importante, pero **no demuestra por sí solo** autonomía tecnológica.

Crecer en exportaciones nos coloca en las cadenas globales. La autonomía exige algo más: capacidad nacional para diseñar, integrar, mantener y desarrollar soluciones tecnológicas.



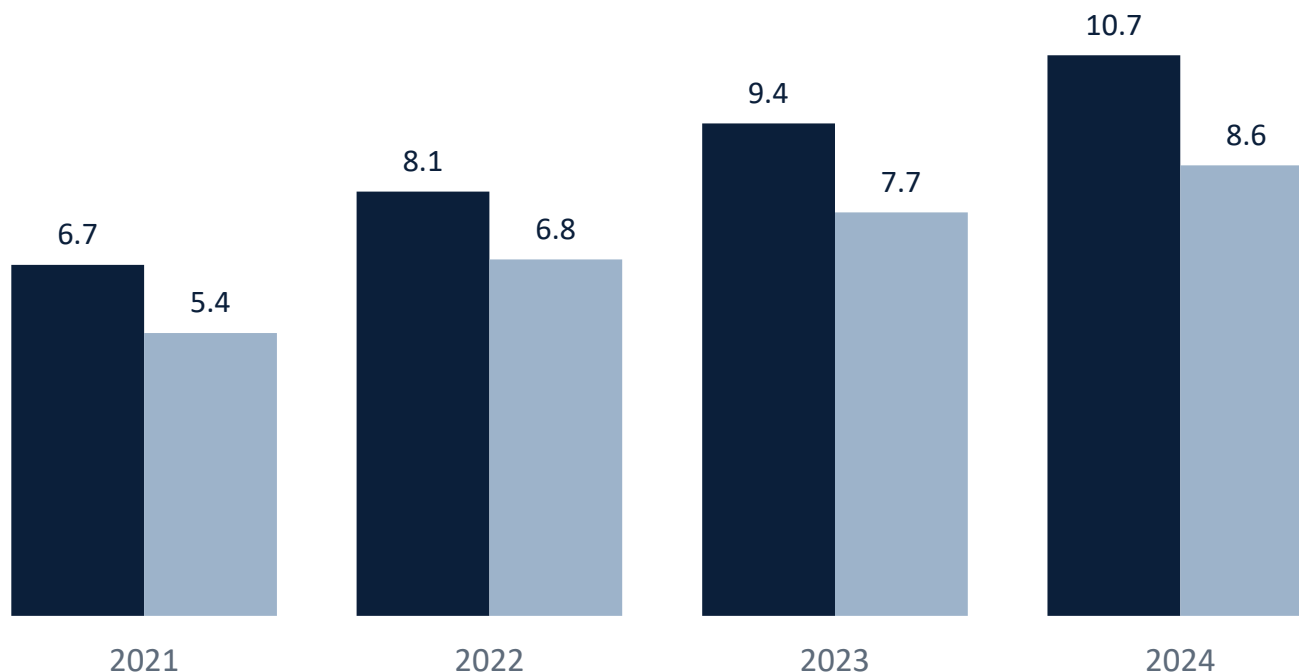
# Seis pasos para pasar del crecimiento a la autonomía



# Las exportaciones crecieron 60% en tres años

Sector aeroespacial de México (miles de millones de USD)

■ Exportaciones ■ Importaciones



**+60%**

**exportaciones 2021–  
2024**

de 6.7 a 10.7 mil millones  
de USD

**368**

**empresas  
manufactureras**

a mediados de 2023 (100  
en 2004)

**≈ 1%**

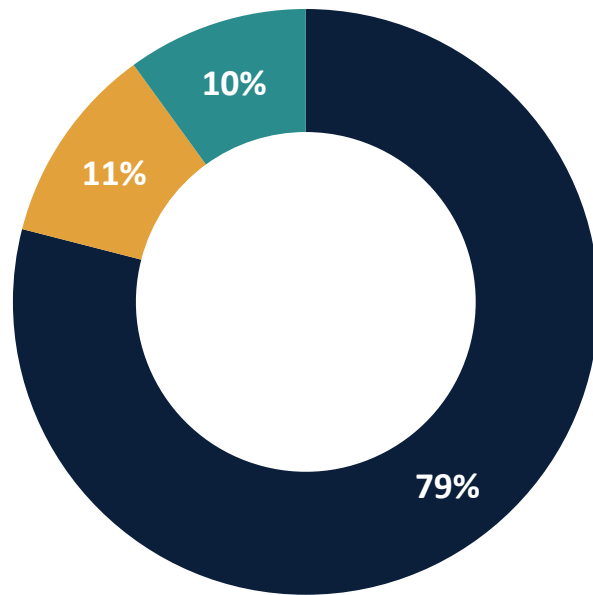
**del PIB nacional**

aportación estimada del  
sector

Fuente: International Trade Administration, Mexico – Aerospace (actualizado el 10 de febrero de 2026), con datos de FEMIA.

# Crecer no equivale a controlar tecnología

Distribución de ingresos del sector



■ Manufactura ■ Diseño e ingeniería ■ Mantenimiento (MRO)



*“La pregunta no es solamente cuánto exportamos, sino qué capacidades de diseño, integración y desarrollo estamos construyendo con ese crecimiento.”*

**+59%**

importaciones 2021–2024 (de 5.4 a 8.6 mmd)

**Partes y ensambles**

para sistemas finales: el perfil dominante del sector

*Distribución de ingresos, no de empleo ni de valor agregado nacional. Fuente: ITA (2026) con datos de FEMIA.*

# Querétaro: un ecosistema con política pública

2006

## Llega Bombardier

Inversión inicial de 200 millones de USD y compromiso de 1,500 empleos.

FORMACIÓN

## Aeropuerto + UNAQ

El estado propone el aeropuerto como sede de una universidad aeronáutica de financiamiento público.

ATRACCIÓN

## Nuevas empresas

Safran (Francia) y Aernnova (España); red de formación con CONALEP, CECyTEQ, ITQ, UAQ y UPQ.

CONOCIMIENTO

## Centros de I+D

GE-IQ, CENTA, CIATEQ, CIAT, CEDIA, LabTA, CICATA y CFATA, entre otros.



**Resultado:** de ensamblar arneses a fabricar fuselajes, alas y trenes de aterrizaje; líneas del Q400 y del Global Express se transfirieron desde Japón y Canadá.

Fuente: Fuentes, A. y Pipkin, S. (2026). *Business and Politics*, 28, 29–50.

# Cuatro formas de escalar en la cadena de valor



## Procesos

Fortaleza en Querétaro

Producir con más eficiencia, calidad y sofisticación tecnológica.



## Funciones

Fortaleza en Querétaro

Asumir tareas de mayor valor: del ensamble simple a sistemas complejos.



## Productos

Desafío pendiente

Desarrollar productos nuevos o de mayor complejidad.



## Intersectorial

Desafío pendiente

Llevar las capacidades adquiridas a sectores nuevos.

“

*Hacer mejor y asumir funciones más complejas es un logro; desarrollar nuevas familias de productos es un desafío diferente.*

# Lo que el modelo **todavía** no resuelve



## Insumos importados

Aunque exige más habilidades, buena parte del trabajo sigue siendo ensamble con componentes importados.



## I+D incremental

Los centros de investigación aportan mejoras graduales a productos y procesos existentes, más que productos nuevos.



## Proveedores sin contrato

Empresas capacitadas y certificadas no obtuvieron contratos, aun con compradores dispuestos: faltó capital para asumir el riesgo.



**Lección:** la formación es necesaria pero no suficiente; los proveedores nacionales también necesitan financiamiento, demanda y coordinación.

# La oportunidad también está en los **proveedores**

Proveedores mexicanos por fabricante (estimación de FEMIA)

26

Boeing



36

Airbus



13

Embraer



Plantas de empresas transnacionales con pocas conexiones en la región; predominan los vínculos con su corporativo.



No existe un plan federal coordinado de largo plazo para el desarrollo de la industria.

Fuentes: ITA (2026), traducción propia; BID, Caliri et al. (2025), nota técnica IDB-TN-3202.

## DIAGNÓSTICO OFICIAL



*“Los grandes fabricantes no encuentran proveedores locales especializados, plenamente certificados, con capacidades avanzadas y logística suficiente.”*

**La oportunidad no termina al atraer una planta: continúa cuando proveedores nacionales pueden cumplir sus requisitos y participar en proyectos más complejos.**

# Cinco fuerzas que transforman la industria



## Digitalización

Gemelos digitales, IoT y gestión de datos de ingeniería



## Automatización

Fábricas inteligentes y monitoreo estructural



## Sistemas autónomos

Vuelo autónomo, eVTOL y movilidad aérea urbana



## Inteligencia artificial

Apoyo a decisiones, mantenimiento y tránsito aéreo



## Sostenibilidad y seguridad

Eficiencia, nuevos combustibles y certificación

## ¿QUÉ CAMBIA?

### Producción

Manufactura inteligente, materiales avanzados y control de procesos basado en datos.

### Mantenimiento

Del calendario fijo al mantenimiento basado en la condición real del equipo.

### Operación

IA que asiste a pilotos y controladores, con supervisión humana.

*Fuentes: BID, Caliri et al. (2025), tendencias tecnológicas; EASA (2024); ITA (2026), subsectores con mayor potencial.*

# Caso: gemelos digitales en mantenimiento



# IA en aviación: primero la **confianza**



## NIVEL 1

### Asistencia



La IA apoya la decisión humana. Hoy: aplicaciones en proceso de certificación.

## NIVEL 2

### Equipo humano-IA



Decisiones compartidas. Lineamientos en desarrollo; horizonte cercano a 2035.

## NIVEL 3

### Automatización avanzada



Decisión con supervisión limitada. Aviación comercial: no antes de 2050.



### Aseguramiento

Pruebas, validación y certificación.



### Transparencia

Información comprensible y documentada.



### Supervisión humana

En todo el ciclo de vida del sistema.



**Incorporar IA** exige más que un modelo con **buenas predicciones**: exige capacidad para evaluarla y certificarla.

# Aviación sostenible: no hay una **solución única**



hasta **61%**

de las emisiones proyectadas a 2050 podría evitarse con una reducción ambiciosa de la demanda.



hasta **27%**

podría evitarse con mejoras ambiciosas en la eficiencia de las aeronaves.



**2.5–19.8 EJ**

de combustibles sostenibles (SAF) para las reducciones restantes.



hasta **3.4 Gt**

de CO<sub>2</sub>eq por remover para compensar efectos distintos del CO<sub>2</sub>.



*“La aeronáutica sostenible no depende de una solución milagrosa, sino de decisiones coordinadas sobre aeronaves, energía, operación e infraestructura.”*

Alrededor de dos tercios del forzamiento radiativo de la aviación no proviene del CO<sub>2</sub> (NO<sub>x</sub> y estelas de condensación).

# Las competencias de la nueva economía aeronáutica



**Datos e IA  
aplicada**



**Gemelos digitales  
y simulación**



**Certificación y  
aeronavegabilidad**



**Integración de  
sistemas**



**Manufactura y  
materiales**



**Sostenibilidad y  
nuevas energías**

## LO QUE RECOMIENDA EL BID

**Educación y apoyo científico-  
tecnológico: los dos elementos  
cruciales para desarrollar el sector.**

- Más oferta técnica, de licenciatura y de posgrado
- Currículos alineados con estándares y tendencias
- Mayor escala de los institutos de CyT

*Competencias: síntesis propia a partir de BID (2025), EASA (2024) y Mehdipour et al. (2026). Recomendaciones: BID, Caliri et al. (2025).*

# Academia, industria y Fuerzas Armadas



## Academia

Formación especializada, investigación aplicada, laboratorios y pruebas.



## Industria

Estándares, demanda de proveedores, escala y acceso a cadenas globales.



## Fuerzas Armadas

Misiones tecnológicas, demanda de largo plazo, operación y mantenimiento de flotas.



**Objetivo:** reducir la dependencia tecnológica y generar conocimiento propio de uso civil y estratégico.

# Una lección regional: Brasil y Embraer

1



## Década de 1940

La Fuerza Aérea Brasileña crea el CTA y el ITA, escuela de ingenieros aeronáuticos; después, el IPD para I+D.

2



## Compra pública

El EMB-110 Bandeirante nace de un contrato de la Fuerza Aérea; se crea Embraer como empresa estatal.

3



## Hoy

Embraer combina proyectos militares y comerciales, de la familia E2 al eVTOL.

## INSTRUMENTOS QUE PROPONE EL BID



### Misiones y plataformas tecnológicas

Articulación de capacidades regionales y proyectos conjuntos.



### Compras públicas: pedidos tecnológicos y offsets

Uso estratégico del poder de compra del Estado para desarrollar capacidades industriales.



### Asesoría en certificación (NADCAP, AS9100)

Acompañamiento técnico para cumplir estándares internacionales.



### Vinculación universidad-industria

Redes de investigación, formación de talento y transferencia tecnológica.

# Soberanía tecnológica: capacidad, no autarquía

“Capacidad de un Estado para proveer, desarrollar y asegurar las tecnologías que considera críticas para su bienestar, competitividad y capacidad de acción, y para obtenerlas de otras regiones **sin dependencia estructural unilateral.**”

## Globalismo ingenuo

Confía en que el mercado global siempre proveerá tecnología.

- Ignora riesgos de dependencia
- Vulnerabilidad ante disrupciones
- Menor control sobre tecnologías críticas

## Soberanía como capacidad

Desarrollar o asegurar acceso a tecnologías críticas con interdependencia confiable.

- Capacidades propias en áreas estratégicas
- Cooperación internacional equilibrada
- Resiliencia y continuidad operativa

## Autarquía

Intentar producir todo internamente.

- Duplica costos
- Limita la innovación
- Rompe la cooperación y el acceso a mercados globales



### Funciones del Estado

Defensa, seguridad y dirección estratégica de tecnologías críticas.



### Competitividad

Capacidades económicas, industriales y de innovación de largo plazo.



### Transformación

Transiciones como la sostenibilidad y la digitalización de la aviación.

# De manufacturar a desarrollar

La competitividad no debe depender únicamente de la manufactura.



# Una agenda para México

1



## Coordinación de largo plazo

Retomar una estrategia federal coordinada con estados, clústeres e instituciones.

2



## Proveedores nacionales

Certificación (AS9100, NADCAP) acompañada de financiamiento para asumir el riesgo de nuevos productos.

3



## Misiones de uso dual

Mantenimiento predictivo, sistemas autónomos e IA confiable, con la compra pública como palanca.

4



## Talento para lo que viene

Formación técnica, de ingeniería y posgrado con currículos que siguen las tendencias.

5



## Infraestructura de prueba

Laboratorios y capacidades para validar y certificar tecnología propia.



*¿Qué capacidades estamos construyendo con **nuestro crecimiento?***

# El crecimiento exportador es importante, pero no demuestra por sí solo **autonomía tecnológica.**

La autonomía se construye con talento, proveedores nacionales capaces, investigación aplicada y cooperación entre academia, industria y Fuerzas Armadas.

## Gracias



Dra. Luz Elena Narváez Hernández  
Universidad Aeronáutica en Querétaro  
[luzelena.narvaez@unaq.mx](mailto:luzelena.narvaez@unaq.mx)

# Referencias

- Bergero, C., Gosnell, G., Gielen, D., Kang, S., Bazilian, M. y Davis, S. J. (2023). Pathways to net-zero emissions from aviation. *Nature Sustainability*, 6, 404–414. <https://doi.org/10.1038/s41893-022-01046-9>
- Caliari, T., Ferreira, M. J. B., Pietrobelli, C., Vezzani, A. y Araújo de Souza, C. (2025). Aerospace industry: Current status and trends of the global value chain (Nota técnica IDB-TN-3202). Banco Interamericano de Desarrollo.
- EASA (2024). EASA's approach to artificial intelligence in aviation (DGCA 59/IP/3/5). 59.ª Conferencia de Directores Generales de Aviación Civil, Asia y Pacífico.
- Edler, J., Blind, K., Kroll, H. y Schubert, T. (2023). Technology sovereignty as an emerging frame for innovation policy. Defining rationales, ends and means. *Research Policy*, 52, 104765. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2023.104765>
- Fuentes, A. y Pipkin, S. (2026). Sticky industrial policies and divergent value chain upgrading patterns: Lessons from Querétaro and Jalisco, Mexico. *Business and Politics*, 28, 29–50. <https://doi.org/10.1017/bap.2025.3>
- International Trade Administration (2026, 10 de febrero). Mexico – Aerospace. Country Commercial Guide. U.S. Department of Commerce.
- Mehdipour, S. et al. (2026). Integrating digital twins, data management and artificial intelligence for predictive maintenance in aviation: A comprehensive review. *Digital Twins and Applications*, 3, e70029. <https://doi.org/10.1049/dgt2.70029>