

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO



CENTRO DE ESTUDIOS INTERDISCIPLINARIOS

CARRERA:

***ESPECIALIZACION EN GESTION DE LA INNOVACION Y LA
VINCULACION TECNOLOGICA***

TITULO:

***Propuesta de Estrategias de vinculación y gestión para lograr el avance del
desarrollo espacial en Argentina.***

NOMBRE Y APELLIDO:

Emilio P. R. Caliri

DIRECTOR:

Sergio Geninatti

2024

CONTENIDO

Introducción	4
Resumen.....	4
Problema de investigación	6
Resumen de la problemática	10
Justificación	15
Relevamiento de antecedentes	17
“Programa Científico Tecnológico de Investigación y Desarrollo de la Universidad Nacional de Rosario” (UNR):	17
“Tesis de Maestría - Estrategias para el Poder Espacial Argentino - Una Visión del Futuro – Lic. Martin Lucero (abril 2024)”	20
Puntos importantes por visualizar:	22
Relación con la propuesta de "células"	24
“El libro "Historia de la actividad espacial en la Argentina" de Pablo de León”	25
Resumen de antecedentes:	27
Objetivos	29
General	29
Específicos	29
Marco Teórico Ampliado.....	29
1. Supuestos Paradigmáticos Entrecruzados	30
3. Incorporación de Teorías Sustantivas.....	31
4. Generación de Proposiciones Teóricas.....	32
5. Comunicación y Coordinación Efectiva.....	34
6. Administración del Conocimiento e Innovación.....	35
Desarrollo de la investigación.....	36
Introducción	36
Aspectos Teóricos.....	44
PROPUESTA DE SOLUCION	47

Propuesta de Solución y Organización Estratégica para el Desarrollo Espacial en Argentina.....	47
FASE 1: CONSOLIDACIÓN INSTITUCIONAL Y PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA	47
Fase 2: Identificación y Mapeo de Actores Estratégicos	56
FASE 3: AGRUPACIÓN TERRITORIAL Y ESPECIALIZACIÓN POR COMPETENCIAS.....	60
Fase 4: Optimización de Procesos y Transferencia de Funciones al Sector Privado	64
Fase 5: Incorporación de Tecnologías Avanzadas y Mejora Continua.....	68
Conclusión	73
Bibliografía	76

INTRODUCCIÓN

Resumen

Con entusiasmo, presento una propuesta innovadora destinada a acelerar el progreso en el ámbito del desarrollo espacial en Argentina. Mi enfoque se centra en la implementación de estrategias integrales que impulsen la evolución de la coherencia y la tecnología espacial, áreas fundamentales para el crecimiento estratégico nacional y el beneficio global. Esta visión propone una transformación estructural a nivel nacional, optimizando la eficiencia del sistema productivo y fortaleciendo la posición de Argentina en el contexto internacional. La exploración espacial no solo representa una oportunidad única para el avance tecnológico, sino también un motor clave para el desarrollo económico, fomentando un crecimiento integral en nuestro país.

Para alcanzar estos ambiciosos objetivos, es fundamental implementar políticas claras y efectivas que promuevan la colaboración estratégica entre los distintos actores del ecosistema aeroespacial. Estas políticas deben enfocarse en coordinar y unificar los objetivos de cada sector con una estructura estatal eficiente y reducida, maximizando la participación activa de universidades y empresas privadas. Además, es crucial fomentar una sólida colaboración internacional con países que hayan logrado avances significativos en esta disciplina. Este enfoque integrado resulta indispensable para garantizar un desarrollo sostenible y posicionar a Argentina como un actor destacado en el ámbito espacial a nivel global.

La propuesta se basa en una reestructuración profunda a nivel nacional, y una mayor inversión en la actividad espacial. Este enfoque holístico tiene como objetivo no solo acelerar el ritmo de desarrollo en Argentina, sino también posicionar al país como un líder en la exploración y tecnología espacial a nivel mundial.

Para comprender la necesidad de este cambio, es crucial analizar los antecedentes históricos que han dado forma a la situación actual de Argentina en el campo espacial.

Resumen Histórico

La historia de la actividad espacial en nuestro país se remonta a 1932, cuando Ezio Matarazzo, en colaboración con Adalqui Santucci y Julio de Igozabal, fundó la Sociedad Centros de Estudios Aeronáuticos Volzán [1]. Este acontecimiento marcó

el inicio de un viaje que sentó las bases para el desarrollo de la tecnología espacial en Argentina, un viaje que continuaría con la creación de la Dirección General de Fabricaciones Militares (DGFM) en 1941, bajo la presidencia de Roberto Ortiz. Este órgano desempeñó un papel clave en la industrialización y militarización del país, sentando las bases para futuras innovaciones en el ámbito espacial.

En 1945, la fundación de la Secretaría de Aeronáutica centralizó la actividad aeronáutica del país, y en 1958, en respuesta al contexto internacional de la Guerra Fría y la carrera espacial, se creó la Escuela de Astronáutica bajo el Decreto 11.145/58. Este fue un hito crucial en la formalización de la educación y formación en temas aeroespaciales en Argentina, un campo que empezaba a cobrar relevancia estratégica a nivel mundial.

La colaboración internacional, esencial para el desarrollo espacial, se formalizó con la creación de la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE) en 1960, que permitió a Argentina participar en proyectos conjuntos con países avanzados en tecnología espacial. Este periodo de cooperación global culminó en la construcción de cohetes emblemáticos como el Orión, Canopus, y finalmente, el renombrado cohete Cóndor.

El establecimiento del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y la creación de la Comisión Nacional de Energía Atómica a principios de los años 60 fueron pasos decisivos que reflejaron el compromiso del país con el desarrollo científico y tecnológico. En 1961, se creó el Centro de Experimentación y Lanzamiento de proyectiles Autopropulsados (CELPA) en Chamental, La Rioja, bajo el Decreto 5270/61. Este centro se convirtió en un pilar para las pruebas de cohetes y el desarrollo de la cohetaría en el país, consolidando la capacidad de Argentina para llevar a cabo investigaciones y experimentaciones en tecnología de propulsión.

Sin embargo, la Guerra de Malvinas en 1982 y las crisis económicas de la década de 1990 resultaron en un debilitamiento de las capacidades tecnológicas del país. La cancelación del proyecto Cóndor, bajo presiones internacionales y limitaciones financieras, representó un retroceso significativo para Argentina, que pasó de ser una potencia emergente en tecnología espacial a un país que lucha por desarrollar un vector lanzador propio.

Hoy en día, Argentina se enfrenta a la necesidad urgente de recuperar su posición en el ámbito espacial, una tarea que requiere no solo inversión y políticas de largo plazo, sino también una visión estratégica que integre los aprendizajes del pasado. El costo

de externalizar el lanzamiento de nuestros satélites subraya la importancia de desarrollar una capacidad nacional robusta y autosuficiente en tecnología espacial.

Este recorrido histórico nos proporciona una base sólida para entender cómo hemos llegado a la situación actual. Mi propuesta se inspira en esta rica trayectoria y busca aprovechar nuestras fortalezas y lecciones aprendidas para impulsar un avance significativo en el campo del desarrollo espacial. Al explorar nuestras raíces, estamos mejor equipados para visualizar el camino hacia el futuro, un camino que debe estar marcado por la innovación, la cooperación internacional, y un compromiso firme con el desarrollo tecnológico.

En las siguientes secciones de esta tesis, analizaré en detalle los desafíos específicos que enfrenta Argentina en este ámbito, explorando las razones detrás de la pérdida de impulso y la situación actual. Además, propondré un enfoque estratégico destinado a superar estos obstáculos y revitalizar el desarrollo espacial en Argentina, aprovechando nuestras fortalezas y capitalizando la colaboración con actores clave en esta iniciativa.

Este análisis no solo destaca la importancia de una Política de Defensa Nacional enfocada en el desarrollo aeroespacial, sino que también subraya la necesidad de una estrategia unificada que posicione a Argentina como un líder regional y global en tecnología espacial. Para llevar esta visión a la realidad, se propone un proyecto concreto que será implementado a través de una planificación estratégica meticulosa, la reestructuración orgánica del Ministerio de Defensa, y la aplicación de un enfoque por fases que permita avanzar de manera ordenada y eficiente. Este proyecto contempla una serie de hitos y fases claramente definidos, diseñados para transformar la visión estratégica nacional en una aplicación concreta, abarcando todos los niveles de conducción y asegurando que cada paso esté alineado con los objetivos nacionales a largo plazo. Con optimismo y determinación, Argentina tiene la oportunidad de volver a ocupar un lugar destacado en la arena espacial global, y este proyecto es el primer paso hacia ese futuro prometedor.

Problema de investigación

En la contemporaneidad, el panorama del desarrollo de la cohetaría en Argentina refleja una diversificación que evoca tiempos anteriores a la institución de la primera Secretaría de Aeronáutica en 1945. Como fue apuntado en la introducción, la Argentina históricamente ostentó una posición de prominencia a nivel global en el ámbito espacial. Aunque esta capacidad no ha sido completamente diluida, persisten

recursos humanos que conservan una riqueza de conocimientos técnicos, "know how", y medios materiales inherentes a esta esfera.

En los últimos años, en el país se han iniciado y desarrollado distintos proyectos vinculados a la actividad espacial, impulsados tanto por el sector estatal como por iniciativas privadas. Sin embargo, la mayoría de estos esfuerzos se han llevado adelante de manera independiente y fragmentada, sin articularse bajo una estrategia nacional unificada que permita potenciar sinergias y consolidar una política espacial cohesionada.

Una de las formas de medir el poder aeroespacial de un país es contabilizar la cantidad de instituciones gubernamentales, empresas privadas y facultades dedicadas al estudio y desarrollo de tecnologías espaciales. En este contexto, es útil organizar estas entidades por territorio, y sector (privado o estatal). Para este análisis, utilizaré como referencia el “Árbol de Pertinencia del Poder Espacial Argentino [10]” de la tesis de maestría Estrategias para el Poder Espacial Argentino - Una Visión del Futuro del Lic. Martín Lucero (abril 2024).

Además, propongo una variable adicional incorporando a DIGID, CIA y CITEDEF como organismos del estado que proporcionan infraestructura, de la siguiente manera:

a) Cluster tecnológico especial / Creatividad

a. Buenos Aires

ARSULTRA	SADE	Space SUR	TLON Space	Diysatellite
INNOVA Space	SATELLOGIC	LIA Aerospace	Microroe	

b. Rio Negro

MECANICA 14	EMTECH	Rydev
-------------	--------	-------

c. Córdoba

ASCENTIO	DTA	STI
----------	-----	-----

b) Centro de I&D / Idoneidad

Instituto Gulich	IUA	UTN	UNLP (GEMA)
CONICET (CIOP, IAR)	FAMAF (UNC)	UNS	Y-TEC
UNSAM	CNEA (DES, DTMC)	UN Cuyo (FCAI)	Instituto Balseiro

c) Infraestructura / Capacidad

CONAE	INVAP	CITEFA	ARSAT	CEATSA
VENG	FADEA	DIGID	CIA	CITEDEF

No obstante, a pesar de los intentos de CONAE por establecer conexiones entre facultades y establecer entidades con enfoque espacial, el progreso ha sido limitado. Durante las últimas tres décadas, Argentina ha concretado la realización de menos de una decena de satélites, viéndose en la necesidad de confiar en naciones externas para la puesta en órbita de sus creaciones, debido a la falta de un vector propio para este propósito.

Si realizamos una evaluación general de las empresas y/o instituciones que han desarrollado vectores con el objetivo del lanzamiento de satélites en Argentina encontramos principalmente las siguientes:

CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales): Tronador II: Es el proyecto más avanzado de la CONAE para desarrollar un lanzador satelital. Incluye varias etapas de prueba, conocidas como VEX (Vehículo Experimental).

VENG S.A: En colaboración con la CONAE, VENG también participa en el desarrollo del Tronador II.

En este sentido y para tener referencia de lanzamientos en comparación con otras agencias internacionales de cantidad de lanzamientos anuales se muestra una tabla comparativa de CONAE vs otras agencias espaciales;

Organización	Lanzamientos Totales (2007-2025)	Lanzamientos Exitosos (2007-2025)	Tipos de Vehículos (2007-2025)	Hitos Clave (2007-2025)
CONAE/VENG	3	1	VEx, Tronador II	Ensayos suborbitales y motores líquidos
SpaceX	280	276	Falcon 1, Falcon 9,	Primera reutilización exitosa de Falcon 9

“Propuesta de Estrategias de vinculación y gestión para lograr el avance del desarrollo espacial en Argentina.”
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN Y LA VINCULACIÓN TECNOLÓGICA

			Falcon Heavy, Starship	
NASA	100	90	Delta II, Atlas V, SLS	Programa Artemis (SLS y Gateway)
ISRO (India)	150	140	PSLV, GSLV	Chandrayaan 2, Mars Orbiter Mission

INVAP (Investigaciones Aplicadas): INVAP no ha desarrollado vectores de lanzamiento por sí misma, pero ha participado en la construcción de satélites y sistemas que se integran en lanzadores desarrollados por otras instituciones como la CONAE y VENG.

Tabla de referencia:

Organización	Cantidad de Satélites Desarrollados	Tipos de Satélites	Hitos Destacados
INVAP (Argentina)	9	Observación de la Tierra y Telecomunicaciones	Desarrollo de los satélites SAC (SAC-A, SAC-B, SAC-C, SAC-D/Aquarius) en colaboración con CONAE y NASA; y los satélites de telecomunicaciones ARSAT-1 y ARSAT-2.
NASA (Estados Unidos)	Más de 200	Científicos, Exploración Planetaria, Observación de la Tierra, Telecomunicaciones	Misiones emblemáticas como Hubble, Voyager, Mars Rovers, entre otras.
Agencia Espacial Brasileña (AEB)	17	Observación de la Tierra, Telecomunicaciones	Desarrollo de la serie de satélites CBERS en colaboración con China y el satélite de comunicaciones SGDC-1.
Agencia Internacional de Investigación Oceánica y Atmosférica (India)	124	Observación de la Tierra, Telecomunicaciones, Navegación, Científicos	Misiones destacadas como Chandrayaan (exploración lunar) y Mangalyaan (misión a Marte).
Agencia Espacial Europea (ESA)	Más de 80	Observación de la Tierra, Científicos, Telecomunicaciones, Exploración Planetaria	Desarrollo de los satélites Copernicus (observación terrestre), participación en misiones interplanetarias

			como Rosetta y Mars Express.
--	--	--	------------------------------

ARSAT (Empresa Argentina de Soluciones Satelitales S.A.): ARSAT se ha enfocado principalmente en la operación de satélites de telecomunicaciones y no en el desarrollo de vectores de lanzamiento.

LIA Aerospace: Está trabajando en el desarrollo de Zonda, un cohete suborbital destinado a proporcionar servicios de lanzamiento para pequeños satélites.

En resumen, los lanzadores con mayor potencial en Argentina son:

- ✚ Tronador II: Desarrollado principalmente por la CONAE con la participación de VENG.
- ✚ Zonda: Desarrollado por LIA Aerospace para lanzamientos suborbitales.

El proyecto Tronador II es el más prominente en el desarrollo de vectores de lanzamiento en Argentina, con múltiples pruebas y desarrollos en curso para llevar satélites a órbita. LIA Aerospace representa la nueva generación de iniciativas privadas en el sector espacial argentino con su cohete suborbital Zonda.

Resumen de la problemática

Argentina ha hecho avances significativos en su programa espacial a lo largo de los años, desarrollando satélites y trabajando en vectores de lanzamiento. Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, el país aún no ha logrado poner en órbita un satélite utilizando sus propios lanzadores. A continuación, se detallan las principales problemáticas que han impedido el éxito total en este ámbito:

1. Desarrollo y Validación de Tecnología:

El desarrollo de un vector de lanzamiento implica la creación y perfeccionamiento de tecnologías avanzadas en sistemas de propulsión, navegación, control y materiales. Cada uno de estos componentes requiere una rigurosa fase de pruebas y validación para garantizar su eficacia y seguridad.

En el caso del Tronador II, las pruebas iniciales realizadas con los vehículos experimentales VEX-1A , VEX-1B , VEX-5A y VEX-5B han demostrado avances parciales en términos de diseño y funcionamiento. Sin embargo, también han puesto

de manifiesto importantes fallos técnicos que deben ser corregidos para alcanzar los objetivos del proyecto.

A pesar de los más de 16 años de desarrollo, el proyecto no ha logrado avances significativos hacia un lanzamiento orbital, lo que refleja desafíos tanto técnicos como organizativos. Esto subraya la necesidad de una estrategia más eficiente que priorice la resolución de problemas críticos y optimice los recursos disponibles.

2. Innovación y Adaptación:

La ausencia de un avance sostenido en el desarrollo de un vector espacial propio en Argentina no puede explicarse únicamente por las dificultades tecnológicas, sino que responde a una serie de problemas estructurales y de gestión. Mientras países como India y Brasil, así como empresas privadas de gran envergadura como SpaceX, han alcanzado progresos notables en este ámbito, Argentina ha enfrentado limitaciones derivadas de múltiples factores internos. Entre ellos se destacan la escasa adaptación a nuevas herramientas de gestión, la limitada incorporación de software basado en inteligencia artificial para optimizar procesos y productividad, la ausencia de una estrategia nacional clara y la falta de articulación entre los diversos actores con capacidades potenciales en el sector espacial.

3. Dependencia del Estado y Burocracia

El desarrollo espacial argentino ha estado históricamente concentrado en agencias gubernamentales como la CONAE y otras dependencias estatales. Si bien este esquema ha permitido sostener proyectos estratégicos y garantizar cierto nivel de financiamiento, también ha generado una fuerte dependencia de los presupuestos públicos y de los vaivenes políticos. Esta situación se traduce en múltiples problemáticas estructurales:

3.1 Procesos ineficientes y costosos

Las estructuras burocráticas tienden a ralentizar la toma de decisiones, incrementando los tiempos de ejecución de los proyectos y encareciendo su desarrollo. Esto afecta la capacidad de respuesta frente a innovaciones tecnológicas y reduce la competitividad frente a programas internacionales más ágiles;

3.2 Falta de continuidad en los objetivos

Los cambios en las prioridades políticas y de gestión han afectado la estabilidad de los programas espaciales, generando discontinuidad en proyectos de largo plazo. Muchos de ellos han quedado inconclusos o retrasados, perdiéndose así recursos, conocimientos acumulados y credibilidad institucional.

3.3 Ausencia de competitividad

Los costos de desarrollo en Argentina resultan significativamente más altos en relación con agencias y empresas extranjeras, sin que ello se traduzca en un estándar equivalente de calidad, innovación o tiempos de entrega. Esto limita la proyección internacional de los proyectos espaciales nacionales.

3.4 Incorporación de personal no calificado

En ocasiones, las designaciones dentro de las agencias estatales han respondido más a criterios ideológicos o intereses políticos que a méritos técnicos. Este fenómeno ha debilitado la capacidad técnica de las instituciones y ha dificultado la consolidación de equipos altamente especializados.

3.5 Falta de planificación estratégica

Los objetivos del programa espacial no siempre han estado alineados con metas claras, medibles y alcanzables. La ausencia de un plan nacional articulado de largo plazo ha generado esfuerzos fragmentados que no se traducen en una política espacial coherente.

3.6 Éxodo de talentos

La inestabilidad de los programas, la falta de incentivos y la escasa competitividad salarial han impulsado a numerosos ingenieros, técnicos y científicos a emigrar hacia sectores más dinámicos o directamente al extranjero. Este drenaje de capital humano afecta la sostenibilidad del sistema espacial argentino.

3.7 Escasa participación privada

A diferencia de países como India o Estados Unidos, donde las alianzas público-privadas han impulsado la innovación (ejemplos claros son SpaceX, Rocket Lab o las startups indias), en Argentina la participación del sector privado en el ámbito espacial ha sido mínima. La falta de incentivos y un ecosistema competitivo ha limitado la capacidad de atraer inversiones y acelerar el desarrollo tecnológico.

3.8 Limitaciones presupuestarias

El financiamiento estatal, aunque relevante en términos históricos, resulta insuficiente si se lo compara con los presupuestos de países líderes en el sector. La inversión destinada al desarrollo de vectores espaciales no ha permitido escalar los proyectos con la velocidad ni la magnitud necesarias. En el caso de iniciativas privadas emergentes, como LIA Aerospace, los recursos disponibles son todavía más reducidos, lo que restringe la capacidad de ejecución.

3.9 Sostenibilidad del financiamiento

Más allá de los montos asignados, la continuidad del financiamiento es un factor crítico. Las fluctuaciones presupuestarias y los cambios de prioridades políticas han afectado la sostenibilidad de los proyectos espaciales, generando interrupciones que comprometen el avance acumulado y desalientan la inversión a largo plazo.

1. Infraestructura y capacidad de prueba:

La infraestructura es uno de los pilares fundamentales para el avance de cualquier programa espacial. En este aspecto, Argentina enfrenta una paradoja: por un lado, cuenta con un legado histórico de inversiones significativas en instalaciones que le permitieron destacar en el pasado; por otro, esas mismas instalaciones se han visto afectadas por décadas de desinversión, falta de mantenimiento y una gestión fragmentada.

2. Fragmentación Institucional:

Históricamente, el desarrollo espacial argentino ha estado marcado por la falta de integración entre las instituciones responsables de liderar proyectos de coherencia y espacial. Entre estos se encuentran:

- a. Fuerzas Armadas (particularmente la Fuerza Aérea): Enfocadas en desarrollos con fines estratégicos y de defensa.
- b. Institutos de investigación y universidades: Con roles importantes en la innovación y la formación de capital humano, pero con capacidades limitadas de ejecución.
- c. CONAE y otras entidades gubernamentales: Centradas en misiones científicas y de observación, pero con recursos insuficientes para proyectos de mayor escala.

3. La falta de un enfoque unificado ha generado:

- a. Duplicación de esfuerzos: Varias instituciones desarrollaron proyectos sin colaboración similar efectiva.
- b. Presupuesto disperso: El financiamiento fragmentado ha resultado en avances lentos y resultados limitados.
- c. Falta de sinergias: La desconexión entre actores clave tiene dificultado la consolidación de un ecosistema espacial sólido.

4. Un Legado de Inversiones Olvidadas:

Durante los años en que Argentina se perfilaba como una potencia emergente en el ámbito espacial, se realizaron importantes inversiones en infraestructura. Algunos ejemplos notables incluyen:

- a. Base de Punta Indio: Instalaciones utilizadas para pruebas suborbitales y lanzamientos experimentales.
- b. Centro Espacial Teófilo Tabanera (Córdoba): Uno de los complejos más importantes para el monitoreo y control satelital, pero con capacidades limitadas para pruebas de vectores.
- c. Banco de pruebas de motores: Desarrollado para proyectos como de gran envergadura como el Condor, pero subutilizado por falta de recursos para escalabilidad y mantenimiento.

Estas infraestructuras, aunque estratégicas en su momento, enfrentan hoy los siguientes desafíos:

- a. Deterioro: Muchas de las instalaciones no han recibido mantenimiento adecuado, lo que las ha dejado en condiciones subóptimas o inutilizables.
- b. Obsolescencia: La falta de actualización tecnológica las hace incapaces de competir con centros de pruebas internacionales.
- c. Falta de acceso: La burocracia y la falta de coordinación interinstitucional dificultan el uso compartido de estas capacidades.

5. Infraestructura Limitada en la Actualidad

En comparación con otros países que han avanzado en coherencia y desarrollo espacial, Argentina enfrenta restricciones significativas en su capacidad de prueba:

- a. Escasez de bancos de prueba de motores a gran escala: Necesarios para validar sistemas de propulsión.

- b. Falta de rampas de lanzamiento modernas: Adaptadas a vectores orbitales de mayor tamaño.
- c. Limitaciones en laboratorios y talleres: Para pruebas de materiales, integración de sistemas y simulación de condiciones espaciales.

6. Falta de Colaboración y Transferencia de Tecnología:

La colaboración internacional puede facilitar la transferencia de tecnología y conocimientos, pero depende de acuerdos y relaciones diplomáticas que pueden ser complicados y lentos de establecer.

La coordinación entre entidades nacionales (CONAE, INVAP, VENG, etc.) y privadas debe ser optimizada para maximizar la eficiencia y el uso de recursos.

7. Planificación a Largo Plazo:

La falta de una planificación a largo plazo coherente y sostenible puede afectar negativamente el progreso de los programas espaciales. Es crucial tener una hoja de ruta clara con objetivos y plazos definidos.

La gestión de proyectos grandes y complejos como el desarrollo de un vector de lanzamiento requiere una coordinación eficiente y la capacidad de adaptarse a imprevistos.

JUSTIFICACIÓN

Argentina posee un inmenso potencial en el ámbito espacial, sustentado en su talento humano, recursos naturales y un legado histórico de proyectos emblemáticos. Sin embargo, este potencial se encuentra limitado por la ausencia de políticas definidas, una economía debilitada y una gestión institucional fragmentada. Estas problemáticas configuran los pilares fundamentales que justifican la necesidad de esta intervención. Tal como se expuso en la introducción, los proyectos espaciales en el país están diseminados entre entidades estatales, universidades y empresas privadas, cada una operando con objetivos específicos, pero sin una estrategia integrada que maximice los recursos y resultados.

A lo largo de esta especialización, se han abordado conceptos clave como vinculación, tecnología, innovación, territorio, política, metodologías y desarrollo. En este contexto, la presente propuesta busca aplicar estos principios para establecer un modelo operativo que promueva la sinergia entre tres actores esenciales: el Estado

como coordinador y facilitador de infraestructura ya generada previamente y que ha quedado sin inversión y en estado precario; las universidades como generadoras de conocimiento y análisis técnico; y las empresas privadas como motor de planificación eficiente y visión comercial.

La idea central de esta propuesta es concebir una estructura en forma de red de "células interconectadas". Cada célula estaría compuesta por una entidad estatal, instituciones académicas y empresas privadas, trabajando en colaboración hacia objetivos específicos que se alinean con un propósito estratégico común. Este enfoque permite optimizar recursos económicos, materiales e infraestructurales, evitando la duplicación de esfuerzos y dispendios innecesarios, al mismo tiempo que potencia las capacidades únicas de cada actor involucrado. Así, se busca dar un nuevo impulso al desarrollo espacial en Argentina, generando resultados tangibles con una inversión proporcionalmente menor a la actual.

La implementación de este modelo de células interconectadas requiere una política de reorganización estratégica, basada en una visión pragmática de las capacidades actuales de los actores involucrados y en el establecimiento de mecanismos efectivos de colaboración. Para ello, se propone que el Ministerio de Defensa, con su vasta experiencia técnica y recursos disponibles, asuma un rol central como articulador de una política nacional espacial, definiendo objetivos claros y alcanzables. Este proceso exige no solo la cooperación interdepartamental, sino también la integración de actores clave en el ecosistema espacial, quienes aportan su experiencia, capacidades y recursos.

La cohesión y la cooperación entre las organizaciones involucradas serán esenciales para garantizar el éxito de esta iniciativa. Es razonable prever que muchas de las entidades estarán dispuestas a colaborar en virtud de los beneficios que el modelo puede ofrecer, lo que facilita su implementación. Sin embargo, el éxito dependerá en gran medida del compromiso y la dedicación de las autoridades del Ministerio de Defensa y otras instituciones gubernamentales relacionadas. Solo a través de una actitud cooperativa y un esfuerzo consolidado será posible alcanzar los objetivos estratégicos propuestos y posicionar a Argentina como un referente global en el ámbito espacial.

Este enfoque no solo responde a las necesidades actuales, sino que también sienta las bases para un desarrollo sostenible y competitivo en el largo plazo, reafirmando la capacidad de Argentina para integrarse de manera protagónica en la comunidad espacial internacional.

RELEVAMIENTO DE ANTECEDENTES

El presente capítulo tiene como objetivo realizar un análisis exhaustivo de los antecedentes relacionados con la temática abordada en esta investigación. Para ello, se integrarán diversas fuentes, incluyendo libros especializados, investigaciones científicas, tesis académicas y experiencias prácticas. Este enfoque permite no solo establecer un marco de referencia sólido, sino también identificar vacíos de conocimiento y oportunidades para el desarrollo de propuestas innovadoras.

En primer lugar, se presentará un análisis basado en la experiencia personal del autor, como complemento a los antecedentes teóricos. Esta perspectiva aportará un contexto práctico al estudio, al tiempo que permitirá contrastar las teorías y metodologías existentes con los desafíos y aprendizajes derivados de la práctica profesional en el ámbito espacial.

“Programa Científico Tecnológico de Investigación y Desarrollo de la Universidad Nacional de Rosario (UNR) [2]”

La importancia de evaluar la experiencia en este programa radica en que representa un ejemplo práctico del modelo de "célula" propuesto en la justificación de esta tesis. Este programa funciona como un nexo estratégico entre la Universidad Nacional de Rosario, la Fuerza Aérea Argentina (FAA), la empresa Drone Operator School SAS (DOS) y, en ocasiones, profesionales independientes altamente motivados, quienes aportan características únicas. Estas células no son necesariamente simples ni limitadas a tres actores; por el contrario, suelen ser estructuras más complejas y diversas, adaptándose a las particularidades de cada contexto y objetivo. Aunque esta relación no está formalizada en su totalidad, la interacción entre estas instituciones se da de manera natural, demostrando el potencial de colaboración en el desarrollo de proyectos espaciales y tecnológicos.

Mi participación en este programa, desde tres perspectivas complementarias, me ha permitido tener una visión integral de las fortalezas, limitaciones y aportes que cada una de estas instituciones puede ofrecer:

- Como socio fundador de DOS, entendiendo las necesidades, desafíos y oportunidades del sector privado en términos de eficiencia, calidad y sostenibilidad organizacional.

- ✚ Como profesor del programa científico de la Universidad Nacional de Rosario, reconoce las capacidades académicas de la institución, especialmente en la generación de conocimientos teóricos y prácticos avanzados en áreas específicas, que son clave para la innovación tecnológica.
- ✚ Como miembro de la Fuerza Aérea Argentina, con 15 años de experiencia en mantenimiento aeronáutico, posee un conocimiento profundo sobre su prestigio, infraestructura, historia y potencial para aportar al desarrollo tecnológico del país.

La Universidad Nacional de Rosario, por ejemplo, destaca por su capacidad de generar aportes teóricos robustos, desarrollar investigaciones aplicadas y proporcionar formación de alto nivel en áreas clave. Estas fortalezas se complementan con la experiencia práctica y la infraestructura histórica de la Fuerza Aérea Argentina, que representa un importante activo nacional, aunque enfrenta desafíos relacionados con la modernización y la optimización de recursos.

Por su parte, el sector privado, representado en este caso por DOS y VANTAC, aporta agilidad, eficiencia y una orientación clara hacia la obtención de resultados concretos. En calidad de cofundador de una de las primeras CIAC (Centros de Instrucción de Aeronáutica Civil) especializadas en pilotaje de drones en Argentina, el autor ha podido constatar que la implementación de estándares de calidad y la adopción de procesos eficientes resultan fundamentales para sostener y hacer crecer una organización dentro de este sector altamente competitivo. A su vez, desde la perspectiva de la Universidad Nacional de Rosario (UNR), y en el marco de determinados acuerdos de confidencialidad, la institución puede brindar a estas empresas no solo un respaldo de prestigio académico e institucional permitiendo obtener habilitaciones con organismos rectores de forma más ágil, sino también actuar como veedora técnica neutral entre actores privados y públicos, aportando a la transparencia y la rigurosidad de los proyectos colaborativos.

Este programa sirve como un pequeño ejemplo del potencial que puede lograrse mediante la colaboración estratégica entre universidades, empresas privadas e instituciones estatales. No solo demuestra que es posible objetivos lineales y aprovechar las fortalezas de cada actor, sino que también resalta la necesidad de formalizar estas relaciones y establecer marcos institucionales claros para maximizar el impacto y garantizar la continuidad de los proyectos.

El programa "Proyecto Científico Tecnológico de Investigación y Desarrollo" de la Universidad Nacional de Rosario constituye un ejemplo de clave de colaboración estratégica y multidisciplinaria. Este proyecto reúne un equipo compuesto por profesionales de la UNR, entre ingenieros y estudiantes con experiencia en mecánica estructural y electrónica, junto al respaldo de la empresa DOS SAS y la experiencia técnica de la Fuerza Aérea Argentina en desarrollo, implementación y mantenimiento.

El taller resultante de este programa funciona como una herramienta estratégica que no solo apoya líneas de investigación, sino que también opera como un laboratorio educativo. Al interactuar con estudiantes, amplía su impacto hacia la formación académica, al tiempo que conecta con aplicaciones locales provenientes del sector productivo, transformándose en un instituto de extensión con un alcance significativo.

Este programa representa una plataforma ideal para evaluar la viabilidad de la propuesta planteada en esta intervención: una red nacional de "células" colaborativas compuestas por instituciones estatales, académicas y privadas. De hecho, el proyecto puede considerar un prototipo de estas células en acción, demostrando cómo la interacción entre actores con distintas habilidades y perspectivas puede generar avances significativos en el desarrollo espacial.

Además, este modelo de colaboración pone de manifiesto la capacidad de estas "células" para cumplir múltiples roles. En este caso, el programa integra investigación, docencia y extensión, lo que refuerza la idea de que una red organizada de células en todo el territorio argentino podría acelerar el desarrollo tecnológico y fortalecer la industria espacial.

El análisis de este antecedente confirma que la interconexión, la colaboración y la optimización de recursos son elementos esenciales para revitalizar el sector espacial en Argentina. Este enfoque no solo responde a los desafíos actuales, sino que también sienta las bases para un futuro prometedor en la industria espacial del país. En las próximas secciones, se profundizará en cómo esta propuesta se alinea con las oportunidades y necesidades del sector, destacando su potencial para transformar la capacidad espacial argentina.

“Tesis de Maestría - Estrategias para el Poder Espacial Argentino - Una Visión del Futuro – Lic. Martin Lucero (abril 2024) [10]”

“La existencia de yacimientos de emprendedores y organizaciones incubadoras (INVAP - CONAE - ARSAT - VENG - FADEA), permitieron el surgimiento de nuevos empresarios dando origen a los clústeres tecnológicos de Provincia de Buenos Aires y Córdoba. En estas regiones organizaciones del sector de tecnologías de información y comunicación de Córdoba (radicación de Motorola) y empresas de soluciones tecnológicas en el campo de las ingenierías en Buenos Aires, fueron el ambiente innovador para el nacimiento de nuevos conglomerados de tecnologías espaciales.”

“Evidencias de estudios internacionales sobre los clústeres afirman que el financiamiento de estos en general proviene del gobierno (54%), aunque pueden darse casos donde el mismo provenga de las empresas (18%) o de ambos (25%). También resaltan que la existencia de una alta confianza de las empresas en las iniciativas del gobierno y la presencia de un gobierno local activo e influyente son rasgos relacionados con el buen desempeño y expansión de los clústeres (The Cluster Initiative Greenbook. Global Cluster Initiative Survey (2003), como se citó Kantis et al., 2005).”

“Esta percepción tridimensional propuesta y descripta, “Capacidad - Idoneidad - Creatividad”, puede ser identificada dentro de cada componente del árbol de pertinencia. Todo depende de donde se ubique el observador y cuál sea el objeto de estudio.”

“El Poder Espacial Argentino es la capacidad de resolver problemas complejos con soluciones originales (Creatividad - Valor central), siendo reforzado por el conjunto de elementos y condiciones que permiten desarrollar algo (Capacidad – Ley de Suplementariedad). Integrados ambos valores con especialistas que tienen cualidades o aptitudes intelectuales para cumplir una determinada función (Idoneidad – Ley de Complementariedad).”

“- Aumento del número de actores: La motivación de autoridades de reducir costos en programas espaciales y aumentar el rendimiento de la inversión, da como resultado enfoques descentralizados del desarrollo espacial hacia el sector privado. Estas empresas, a menudo dependen de fuentes de ingresos únicas, principalmente gubernamentales (Undseth et al., 2021).

Existe una creciente preocupación por los efectos a mediano y largo plazo de la crisis en los presupuestos gubernamentales y la demanda de los clientes (es decir, debido a la inflación, la escasez de recursos humanos), y algunos actores de la industria anticipan posibles recortes de financiación en futuros programas institucionales. Teniendo en cuenta los altos costos de entrada al sector, existe el riesgo de que la actual sucesión de crisis económicas pueda conducir a la eliminación de empresas más pequeñas y jóvenes que son fuentes claves de innovación, empleo y crecimiento económico (Undseth M., Jolly C., 2022).”

“- Nuevas tecnologías: Múltiples avances están dando forma al panorama tecnológico de las próximas décadas y aunque las nuevas tecnologías no surgirán de manera uniforme o predecible, es probable que compartan algunos impulsores y dinámicas comunes. La creciente convergencia de tecnologías, como la inteligencia artificial (IA), las telecomunicaciones de alta velocidad y la fabricación aditiva (conocida como impresión 3D), permitirá rápidos avances.”

“La difusión del conocimiento tecnológico, el establecimiento agresivo de estándares para favorecer una solución tecnológica sobre otra y los plazos de desarrollo de productos cada vez más cortos incentivarán la estrategia a largo plazo y la toma de decisiones rápida para evitar errores y quedarse atrás en la competencia.”

“- Meseta presupuestaria estatal: El Estado Argentino invirtió en proyectos espaciales más de 3400 millones de dólares entre 2003 y 2013. Producto del inicio de la serie de construcción de satélites de telecomunicaciones. Asimismo, en 2013 la inversión vuelve a crecer debido a las construcciones de lanzadores de gran porte y del Centro de Ensayos de Alta Tecnología (Drewes L., 2014). Sin embargo, en la última década debido a las inestabilidades económicas (inflación y endeudamiento externo), el sector espacial se encuentra en una meseta y oscilante inversión estatal.”

“Se destacan las siguientes vulnerabilidades, seleccionadas por expertos del área:

- 1- Deficiente Acceso a Créditos.
- 2- Imposibilidad de alcanzar una meta de forma eficiente.
- 3- Falta de Recurso Humano.”

“Tabla 7: Escenario Optimo:

Tabla 7: Escenario Óptimo.

VARIABLE	ESTADO ACTUAL	ESCENARIO ÓPTIMO
Emprendedores Espaciales (Startup).	20 (Aproximadamente)	Duplicar en los próximos 10 años priorizando aquellas que se centran en el desarrollo de motores cohetes / lanzadores o vehículos espaciales.
Acuerdos de investigación colaborativa (Público- Privada).	Existen varios acuerdos con empresas privadas que utilizan imágenes satelitales o servicios satelitales (Ej: Sancor seguros, Mundo Sano, TESACOM, etc.). Sin embargo en la consulta a expertos solo se detecta una vinculación VENG/TLON Space en el diseño de algunos elementos del Vector Aventura-1.	Crear en CONAE, oficina de Transferencia Tecnológica que potencie estas vinculaciones Público-Privadas. Similar a los “BIC” de la Agencia Espacial Europea.
Ingreso por derechos de propiedad / patentes / regalías.	Sin patentes, regalías o derechos de propiedad de organismos públicos al sector privado ²⁶ .	Crear en CONAE, oficina de Transferencia Tecnológica que concrete y cuantifique este relevante dato.

*FIN DEL EXTRACTO DE LA TESIS. -

Analizaremos los puntos principales que el autor del extracto de la tesis propone, lo que nos permitirá comprender con mayor profundidad y fundamentar de manera más sólida la presente intervención.

PUNTOS IMPORTANTES POR VISUALIZAR:

Desarrollo de Clústeres Tecnológicos

Emprendedores y Organizaciones Incubadoras:

- ✚ La existencia de instituciones como INVAP, CONAE, ARSAT, VENG y FADEA ha permitido el surgimiento de nuevos empresarios y la formación de clústeres tecnológicos en Buenos Aires y Córdoba.
- ✚ Estos clústeres se beneficiaron de organizaciones del sector de tecnologías de información y comunicación y empresas de soluciones tecnológicas.

Financiamiento de Clústeres:

- ✚ Estudios internacionales muestran que el financiamiento de clústeres tecnológicos generalmente proviene del gobierno (54%), con contribuciones menores de empresas privadas (18%) o una combinación de ambos (25%).
- ✚ La confianza en las iniciativas gubernamentales y la presencia de un gobierno local activo son claves para el buen desempeño y expansión de los clústeres.

Factores Cualitativos: Capacidad, Idoneidad, Creatividad

Estos tres factores son esenciales para el desarrollo del poder espacial argentino:

- ✚ Capacidad: Recursos humanos, medios e infraestructura.
- ✚ Idoneidad: Especialistas con cualificaciones adecuadas.
- ✚ Creatividad: Resolver problemas complejos con soluciones originales.

Desafíos y Tendencias

Aumento del Número de Actores:

- ✚ Las autoridades buscan reducir costos y aumentar la inversión, lo que descentraliza el desarrollo espacial hacia el sector privado.
- ✚ Las crisis económicas pueden afectar los presupuestos gubernamentales y la demanda, poniendo en riesgo a empresas pequeñas e innovadoras.

Nuevas Tecnologías:

- ✚ Avances tecnológicos como la inteligencia artificial, las telecomunicaciones de alta velocidad y la fabricación aditiva están transformando el sector.
- ✚ La difusión del conocimiento tecnológico y la rápida evolución de productos requieren estrategias a largo plazo y toma de decisiones rápidas.

Meseta Presupuestaria Estatal:

- ✚ Entre 2003 y 2013, Argentina invirtió más de 3400 millones de dólares en proyectos espaciales, con un repunte en 2013 debido al lanzador TRONADOR II y el Centro de Ensayos de Alta Tecnología.
- ✚ En la última década, las inestabilidades económicas han llevado a una inversión estatal oscilante y una meseta en el desarrollo del sector espacial.

Vulnerabilidades Identificadas

- ✚ Deficiente Acceso a Créditos: Las empresas y clústeres tecnológicos enfrentan dificultades para acceder a financiamiento adecuado.

- ✚ Ineficiencia Industrial: Problemas en la eficiencia de los procesos industriales afectan la capacidad de desarrollo y producción.
- ✚ Falta de Recurso Humano: Carencia de profesionales altamente capacitados debido a la inestabilidad económica y la competencia internacional.

RELACIÓN CON LA PROPUESTA DE "CÉLULAS"

El modelo de clústeres tecnológicos mencionados en el extracto sirve como fundamento para tu propuesta de una red de "células" interconectadas, donde cada célula está formada por una institución del Estado, universidades y empresas privadas. Las similitudes clave incluyen:

- ✚ Sinergia entre actores:
 - Los clústeres se destacan por la interacción entre entidades gubernamentales, académicas y privadas. Este mismo principio guía la idea de las células, con la diferencia de que estas buscan formalizar y replicar estas relaciones a nivel nacional.
 - Ejemplo: La participación de INVAP y otras instituciones tecnológicas en proyectos colaborativos es un modelo a escala que tu propuesta amplía.
- ✚ Optimización de recursos:
 - Tanto los clústeres como las células permiten optimizar recursos financieros, humanos y tecnológicos al concentrar esfuerzos en objetivos comunes.
 - La propuesta de células aplica este concepto mediante la creación de unidades autónomas que combinan infraestructura estatal, conocimientos académicos y ejecución privada.
- ✚ Resiliencia ante desafíos:
 - Los clústeres enfrentan vulnerabilidades como acceso limitado a créditos, falta de personal capacitado y inestabilidad presupuestaria. Las células, al diversificar la participación de los actores, pueden reducir estos riesgos al depender menos de un único financiador o institución.
- ✚ Impacto tecnológico y estratégico:
 - Los avances mencionados, como inteligencia artificial y fabricación aditiva, son herramientas que pueden integrarse en el marco operativo

de las células para resolver problemas complejos con creatividad y eficiencia.

“El libro "Historia de la actividad espacial en la Argentina" de Pablo de León ^[1]”

El libro "Historia de la Actividad Espacial en la Argentina" de Pablo de León ofrece una visión detallada del desarrollo de la actividad espacial en Argentina, destacando logros, desafíos y obstáculos a lo largo del tiempo. A continuación, un resumen de los puntos más importantes, enfocados en la problemática argentina:

1. Inicios y Desarrollo Temprano

Primeras Iniciativas (1947-1970s): Argentina fue uno de los primeros países en Latinoamérica en desarrollar tecnología espacial. Durante la década de 1960, se lanzaron cohetes experimentales como el "Canopus" y el "Rigel".

Falta de Continuidad: Aunque hubo avances significativos en los primeros años, la falta de continuidad y el apoyo intermitente del gobierno dificultaron el desarrollo sostenido de un programa espacial robusto.

2. Impacto de la Dictadura Militar (1976-1983)

Desmantelamiento de Programas: La dictadura priorizó otros sectores y desmanteló gran parte de las iniciativas científicas y tecnológicas, incluyendo el incipiente programa espacial.

Persecución de Científicos: Muchos científicos y técnicos fueron perseguidos o forzados a emigrar, lo que resultó en una pérdida de talento crucial para el país.

3. Renacimiento y la Creación de la CONAE

Fundación de la CONAE (1991): La creación de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales marcó un renacimiento en la actividad espacial argentina, con un enfoque más coordinado y estratégico.

Desarrollo de Satélites SAC: Bajo la dirección de la CONAE, se desarrollaron satélites como el SAC-B y SAC-C, que demostraron la capacidad técnica de Argentina en el ámbito espacial.

4. Problemas de Financiación y Sostenibilidad

Financiamiento Inconsistente: A lo largo de los años, el financiamiento para los proyectos espaciales ha sido inconsistente, lo que ha llevado a demoras en el desarrollo y lanzamiento de satélites y cohetes.

Dependencia de Recursos Externos: Argentina ha dependido en gran medida de la cooperación internacional para completar muchos de sus proyectos espaciales, lo que ha limitado su independencia tecnológica.

5. Obstáculos Políticos y Burocráticos

Interferencia Política: Los cambios en las políticas gubernamentales y la falta de una estrategia a largo plazo han afectado negativamente el progreso del programa espacial.

Burocracia: La burocracia interna ha ralentizado los procesos de aprobación y ejecución de proyectos espaciales, lo que ha resultado en pérdida de oportunidades.

6. Logros y Potencial Futuro

Éxitos a Pesar de los Obstáculos: A pesar de los desafíos, Argentina ha logrado desarrollos significativos en tecnología espacial, como los satélites de observación terrestre SAOCOM.

Potencial No Realizado: Aunque Argentina tiene la capacidad técnica y el talento para ser un líder regional en tecnología espacial, la falta de una política consistente y de apoyo financiero sigue siendo un obstáculo importante.

7. Lecciones Aprendidas

Necesidad de una Estrategia a Largo Plazo: El éxito a largo plazo del programa espacial argentino depende de la implementación de una estrategia coherente que trascienda los cambios políticos y esté respaldada por un financiamiento sostenible.

Importancia de la Formación de Talento: Fomentar la educación y retener el talento científico es crucial para el desarrollo continuo del sector espacial en Argentina.

Este resumen pone en contexto los logros y desafíos de la actividad espacial en Argentina, destacando cómo los problemas políticos, financieros y burocráticos han limitado el pleno desarrollo de su potencial en este campo.

Resumen de antecedentes:

1. Programa Científico Tecnológico de Investigación y Desarrollo de la Universidad Nacional de Rosario (UNR) [2]

Contexto: Este programa, en el cual participa la Universidad Nacional de Rosario, la Fuerza Aérea Argentina, y la empresa Drone Operator School SAS (DOS), actúa como una "célula" de colaboración multidisciplinaria.

Importancia: La estructura colaborativa del programa sirve como modelo para la propuesta de la tesis, donde se plantea una red de células en todo el país que integren entidades estatales, académicas y privadas para impulsar el desarrollo espacial en Argentina.

Resultados: El programa ha demostrado la viabilidad de esta estructura al funcionar como un laboratorio educativo y un centro de extensión, mostrando cómo la colaboración entre diversos actores puede potenciar la investigación y la innovación en el ámbito espacial.

Conclusión: Este antecedente apoya la idea de que la interconexión estratégica entre instituciones es clave para acelerar el desarrollo espacial en Argentina.

2. Tesis de Maestría - Estrategias para el Poder Espacial Argentino: Una Visión del Futuro - Lic. Martín Lucero (Abril 2024) [10]

Clústeres Tecnológicos: La tesis destaca la importancia de los clústeres tecnológicos en Buenos Aires y Córdoba, formados gracias a instituciones como INVAP, CONAE, y ARSAT. Estos clústeres han sido fundamentales para el surgimiento de nuevas empresas y tecnologías espaciales.

Financiamiento: La tesis subraya que el financiamiento de estos clústeres proviene mayoritariamente del gobierno (54%), y que la confianza en las políticas gubernamentales es crucial para su éxito.

Desafíos: Se identifican varios desafíos, incluyendo la falta de acceso a créditos, ineficiencias industriales y la escasez de recursos humanos capacitados. La crisis económica y la inestabilidad presupuestaria del Estado también son mencionadas como barreras significativas.

Nuevas Tecnologías: La convergencia de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y la fabricación aditiva, se considera esencial para el futuro del desarrollo espacial en Argentina.

Conclusión: Esta tesis proporciona una perspectiva clara sobre la necesidad de fortalecer los clústeres tecnológicos y superar los desafíos financieros y estructurales para revitalizar el poder espacial argentino.

3. Libro "Historia de la Actividad Espacial en la Argentina" de Pablo de León [1]

Desarrollo Temprano: Argentina fue pionera en tecnología espacial en Latinoamérica, con importantes avances durante las décadas de 1960 y 1970. Sin embargo, la falta de continuidad y apoyo gubernamental impidió el desarrollo sostenido del programa espacial.

Impacto de la Dictadura Militar: Durante la dictadura (1976-1983), muchos programas espaciales fueron desmantelados, y numerosos científicos fueron perseguidos o forzados a emigrar, resultando en una pérdida significativa de talento.

Renacimiento y Creación de la CONAE: La fundación de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) en 1991 marcó un renacimiento del programa espacial argentino, con el desarrollo de satélites como el SAC-B y SAC-C, que demostraron la capacidad técnica del país.

Problemas de Financiación: La financiación inconsistente y la dependencia de recursos externos han sido obstáculos persistentes, limitando la independencia tecnológica de Argentina.

Obstáculos Políticos y Burocráticos: Los cambios políticos y la burocracia han dificultado la implementación de una estrategia espacial coherente y a largo plazo.

Conclusión: Aunque Argentina ha logrado avances significativos en tecnología espacial, la falta de una política consistente y de apoyo financiero continúa siendo un obstáculo para su pleno desarrollo.

OBJETIVOS

General

"Implementar un modelo de integración estratégica entre actores estatales, académicos y privados en el ámbito aeroespacial, maximizando sus capacidades y promoviendo un desarrollo científico más rápido y eficiente."

Específicos

- ✚ *Establecer la Agencia Espacial Nacional Integrada (AENI) como un ente articulador del ecosistema espacial en Argentina,*
- ✚ *Definir un Plan Estratégico Nacional que establezca los objetivos de corto, mediano y largo plazo para el desarrollo aeroespacial,*
- ✚ *Realizar un relevamiento exhaustivo de todas las instituciones del Estado, universidades y empresas privadas con capacidades para desarrollar tecnología espacial en Argentina,*
- ✚ *Crear un modelo (mapa) territorial de células o clústeres interconectados asegurando que cada agrupación tenga un rol específico dentro del Plan Estratégico Nacional para el desarrollo aeroespacial.*
- ✚ *Lograr que el Estado mantenga una inversión mínima y estratégica, mientras que el sector privado asuma funciones operativas y comerciales, garantizando la sostenibilidad económica del programa aeroespacial.*
- ✚ *Aplicación de inteligencia artificial (IA), manufactura avanzada, automatización y digitalización en todas las áreas posibles del programa espacial.*

Marco Teórico Ampliado

El marco teórico es el sustento conceptual y epistemológico sobre el cual se basa todo el proyecto. En este contexto, se debe realizar un análisis exhaustivo de los

conceptos relacionados con la tecnología aeroespacial, la innovación tecnológica, y el avance científico aplicado al desarrollo de vectores lanzadores de satélites.

Tecnología Aeroespacial: El desarrollo de cohetes y satélites involucra tecnologías avanzadas en propulsión, materiales, sistemas de navegación y control, y la integración de inteligencia artificial. Es fundamental comprender no solo la tecnología existente, sino también las tendencias emergentes que pueden ser aplicadas para mejorar la eficiencia y reducir costos.

Innovación y Avance Científico: La innovación en tecnología espacial no solo se refiere al desarrollo de nuevos productos o sistemas, sino también a la adopción de enfoques interdisciplinarios que integren avances en inteligencia artificial, manufactura aditiva (impresión 3D), y materiales compuestos avanzados. Este marco teórico se debe complementar con un estudio de casos de países en desarrollo que han logrado avances significativos en el ámbito aeroespacial, como India con su ISRO (Indian Space Research Organisation).

Colaboración Interorganizacional: Un aspecto crucial es la capacidad de coordinar y gestionar proyectos que involucren múltiples entidades, incluyendo universidades, empresas privadas y organismos estatales. Se debe analizar cómo las redes de colaboración pueden optimizar la transferencia de tecnología y conocimientos, y cómo se puede estructurar una colaboración efectiva en un entorno donde las capacidades están dispersas geográficamente.

1. SUPUESTOS PARADIGMÁTICOS ENTRECruzADOS

El desarrollo de un vector espacial propio en Argentina requiere un abordaje interdisciplinario que trascienda las fronteras tradicionales de cada disciplina científica. La convergencia entre ingeniería, física, química, informática e inteligencia artificial constituye un marco paradigmático indispensable para afrontar los desafíos de la coherencia moderna y de la inserción del país en el escenario aeroespacial global.

Ingeniería y Física: El dominio de los principios que gobiernan la propulsión, la dinámica de vuelo, la aerodinámica y la resistencia de materiales es la base para el diseño de vectores robustos, seguros y eficientes. La ingeniería estructural debe garantizar la integridad de los sistemas bajo condiciones extremas de presión y temperatura, mientras que la física aplicada permite optimizar trayectorias, cargas

útiles y consumos energéticos. Integrar estos conocimientos resulta esencial para alcanzar estándares internacionales en desempeño y confiabilidad.

Química y Ciencia de Materiales: El desarrollo de propelentes avanzados y la investigación en materiales de alta performance constituyen áreas críticas. La química no solo permite la creación de combustibles sólidos y líquidos más seguros y con mayor impulso específico, sino también el diseño de materiales compuestos ligeros y resistentes capaces de soportar las sollicitaciones térmicas y mecánicas del lanzamiento. La gestión térmica de las estructuras y motores, junto con la innovación en polímeros y aleaciones, es clave para aumentar la competitividad de los futuros vectores argentinos.

Inteligencia Artificial y Computación: Las tecnologías digitales ofrecen una oportunidad disruptiva para acelerar los procesos de diseño y prueba. La inteligencia artificial, mediante técnicas de machine learning y análisis predictivo, permite optimizar simulaciones aerodinámicas, evaluar configuraciones estructurales y anticipar fallos potenciales antes de realizar ensayos físicos costosos. Además, la IA puede gestionar en tiempo real los datos provenientes de bancos de prueba y vuelos experimentales, generando retroalimentación inmediata para mejorar iterativamente el diseño y la operación de los sistemas espaciales.

Metodología Interdisciplinaria: La clave del éxito radica en la articulación entre estas áreas, bajo una metodología que promueva la colaboración interinstitucional y público-privada. Una visión holística del proyecto permite identificar sinergias, evitar duplicaciones de esfuerzos y potenciar la innovación mediante la convergencia de saberes. Este entrecruzamiento de paradigmas no solo acelera el desarrollo tecnológico, sino que fortalece la capacidad del país para construir un programa espacial sustentable, competitivo y alineado con los objetivos estratégicos nacionales en materia científica, tecnológica y de defensa.

3. INCORPORACIÓN DE TEORÍAS SUSTANTIVAS

El fortalecimiento de un programa espacial nacional no depende únicamente del desarrollo tecnológico, sino también de la adopción de marcos teóricos que orienten la innovación y la cooperación entre instituciones. En este sentido, la incorporación de teorías sustantivas vinculadas a la gestión de la innovación y a la colaboración interorganizacional se vuelve esencial para articular un modelo sostenible en el tiempo.

Teoría de la Innovación Disruptiva: Esta teoría explica cómo tecnologías emergentes, inicialmente menos competitivas frente a soluciones consolidadas, pueden evolucionar hasta transformar radicalmente mercados y estructuras industriales. En el caso argentino, la innovación disruptiva ofrece la posibilidad de desarrollar soluciones espaciales más económicas, modulares y eficientes, capaces de competir en nichos globales específicos —como nanosatélites, lanzadores livianos o sistemas híbridos de propulsión— sin replicar los modelos costosos de las grandes potencias. Aprovechar este enfoque permitiría al país generar ventajas comparativas en áreas donde los recursos limitados pueden ser compensados por la creatividad tecnológica.

Teoría de la Colaboración Interorganizacional: La complejidad de los proyectos espaciales exige la cooperación entre organismos estatales, universidades, empresas privadas y fuerzas armadas. Las teorías de colaboración interorganizacional aportan marcos para comprender y optimizar cómo las instituciones pueden coordinarse, compartir recursos y generar sinergias en proyectos de alta complejidad técnica. Factores como la construcción de confianza, la definición de objetivos compartidos y la gestión de redes interinstitucionales son determinantes para superar la fragmentación histórica del sector espacial argentino. Un enfoque colaborativo permitiría evitar duplicaciones de esfuerzo, reducir costos y acelerar la innovación.

Teoría de la Gestión del Conocimiento: El conocimiento es un activo crítico en el desarrollo aeroespacial, donde los avances dependen de la acumulación y transferencia de experiencias previas. La gestión del conocimiento proporciona herramientas para capturar, organizar y difundir aprendizajes entre distintos actores, evitando pérdidas de capital intelectual ante la rotación de personal o el éxodo de talentos. La creación de comunidades de práctica, repositorios digitales compartidos y plataformas de intercambio de datos científicos y técnicos son instrumentos claves para maximizar el valor del conocimiento acumulado en el país y sostener procesos de innovación continua en coherencia y tecnologías espaciales.

4. GENERACIÓN DE PROPOSICIONES TEÓRICAS

A partir de las teorías sustantivas, se pueden generar varias hipótesis o proposiciones teóricas:

Hipótesis 1: La colaboración entre organizaciones dedicadas a la tecnología aeroespacial en Argentina, bajo un modelo de "células" organizadas por territorio y

capacidades, acelerará significativamente el avance científico y tecnológico en el desarrollo de un vector lanzador de satélites.

Hipótesis 2: La incorporación de inteligencia artificial en el diseño y desarrollo de vectores lanzadores permitirá reducir los costos y el tiempo de desarrollo en al menos un 20%, incluso bajo un enfoque conservador, en comparación con los métodos tradicionales. Este planteamiento se respalda en el informe elaborado por McKinsey & Company (2017) [11], que en su página 17 detalla los impactos positivos de la automatización y el análisis avanzado en procesos complejos;

“El valor de los beneficios potenciales de la automatización, calculados como porcentaje de los costos operativos, va del 10 al 15 por ciento para los servicios de urgencias hospitalarios y la tienda de abarrotes; es de 25 por ciento para el mantenimiento de aeronaves y de más del 90 por ciento para la originación de hipotecas. También vemos en la actualidad que la automatización ya está generando valor real. Por ejemplo, Rio Tinto ha implementado camiones de remolque y máquinas de perforación automatizadas en sus minas de Pilbara, Australia, y reportan que están obteniendo incrementos de utilización del 10 al 20 por ciento. Google ha aplicado la inteligencia artificial de machine learning de DeepMind a sus propios centros de datos lo cual llevo a recortar la cantidad de energía que usan en un 40 por ciento. En servicios financieros, la automatización en forma de “procesamiento directo”, donde los flujos de trabajo de las transacciones están digitalizados de punta a punta, puede incrementar la escalabilidad del volumen de transacciones en 80 por ciento, lo cual reduce los errores a la mitad de manera sostenida”

Hipótesis 3: La agrupación territorial de los actores del ecosistema espacial en Argentina, mediante la conformación de clústeres tecnológicos, incrementará la eficacia en la colaboración y la transferencia de tecnología. Esto, a su vez, generará un aumento significativo en la capacidad productiva de los actores involucrados. Este planteamiento se sustenta en un estudio realizado por un equipo de trabajo de la oficina de la CEPAL en Argentina y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación [9], disponible en: “Robert (2012) se estudian las interacciones entre las empresas que se localizan en un mismo espacio geográfico y sectorial, con la base de la información del Programa Mapa Pyme. Se demuestra que las empresas que conforman Sistemas Productivos y de Innovación Locales, es decir, agrupamientos de empresas de un mismo sector en un territorio, se benefician de las externalidades generadas en ellos, lo cual impacta positivamente sobre su productividad. Además, el impacto de estas externalidades es mayor para las empresas que poseen mayores capacidades de absorción (Cohen y Levinthal, 1990). A partir de esto se infiere que

las empresas requieren un umbral mínimo de capacidades para poder vincularse, cooperar y utilizar el conocimiento externo. Esta complementariedad entre conocimientos internos y externos genera procesos de causación acumulativa, ya que las empresas con mayores capacidades las incrementan aún más a partir del uso de conocimiento externo. Los resultados sugieren que el vínculo con instituciones de fomento a la innovación no favorece –necesariamente– el acceso a las externalidades locales. Esto puede deberse a la debilidad del entramado institucional local – que también debiera alcanzar ciertos umbrales mínimos–, o bien a que las empresas que sí se vinculan con instituciones no se relacionan con otras firmas dentro del mismo grupo de referencia. [9]”

Estas hipótesis pueden ser validadas a través de estudios comparativos y análisis de caso, examinando tanto proyectos actuales como históricos en la industria aeroespacial global.

5. COMUNICACIÓN Y COORDINACIÓN EFECTIVA

En el desarrollo de proyectos aeroespaciales, caracterizados por su alta complejidad técnica e institucional, la comunicación y la coordinación efectiva entre los diferentes actores son elementos críticos para garantizar que todos trabajen hacia un mismo objetivo estratégico. La fragmentación histórica del sector espacial argentino refuerza la necesidad de establecer mecanismos claros que eviten duplicación de esfuerzos y promuevan la eficiencia colectiva.

Desarrollo de Plataformas de Comunicación: La implementación de herramientas digitales avanzadas, como sistemas de gestión de proyectos, tableros colaborativos en línea, plataformas de videoconferencia y entornos virtuales de simulación, resulta fundamental para articular el trabajo entre agencias estatales, universidades, empresas privadas y fuerzas armadas. Estas plataformas permiten gestionar tareas, hacer seguimiento del avance de los hitos y mantener la trazabilidad de las decisiones técnicas y administrativas en tiempo real.

Establecimiento de Protocolos de Comunicación: La comunicación debe estar regida por protocolos formales que definan canales específicos, frecuencia de reuniones, responsables de reportes y formatos estandarizados de documentación técnica. Esta estandarización no solo mejora la eficiencia, sino que también asegura que la información crítica —como resultados de pruebas, cambios de diseño o evaluaciones de riesgo— sea compartida de manera oportuna y confiable entre todos los actores.

Roles y Responsabilidades Claramente Definidos: Cada unidad o “célula” de trabajo debe tener funciones y responsabilidades bien delimitadas, evitando superposiciones y conflictos de competencias. La designación de líderes técnicos y gestores de proyecto con autoridad definida favorece la toma de decisiones ágiles y coordinadas. Asimismo, contar con un marco de gobernanza interinstitucional garantiza que los objetivos individuales de cada actor estén alineados con la meta nacional de consolidar un programa espacial sostenible y competitivo.

6. ADMINISTRACIÓN DEL CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN

Comunidades de Práctica: Estas son grupos de profesionales que comparten un interés común y se reúnen para compartir conocimientos y mejorar sus habilidades. En el contexto de este proyecto, las comunidades de práctica podrían enfocarse en áreas específicas como la propulsión, la IA en el espacio, o la gestión de proyectos aeroespaciales.

Intercambio de Información: Se deben establecer mecanismos para el intercambio constante de información entre las células, incluyendo la creación de bases de datos compartidas y plataformas para la documentación de mejores prácticas y lecciones aprendidas.

Formación Continua: Dado el rápido avance de la tecnología espacial, es esencial que los miembros de las células participen en formación continua, asistiendo a talleres, seminarios y cursos especializados que les permitan estar al día con las últimas innovaciones y técnicas.

Incentivos Eficaces: Para garantizar el compromiso y la motivación de los participantes, se pueden implementar sistemas de incentivos que reconozcan y recompensen las contribuciones sobresalientes. Esto podría incluir desde premios y reconocimiento público hasta oportunidades de liderazgo y desarrollo profesional.

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Introducción

El desarrollo del sector espacial en Argentina requiere un enfoque estratégico que optimice la colaboración entre empresas privadas, universidades y el Estado, con este último asumiendo un rol reducido pero clave en la organización general y la planificación a largo plazo. Para que el país pueda posicionarse como un actor relevante en la industria aeroespacial, es fundamental superar las barreras históricas que han limitado su progreso, como la fragmentación institucional, la falta de inversión sostenida y la subutilización de infraestructura existente.

En el escenario actual, el desarrollo de tecnologías espaciales —en particular, los vectores de lanzamiento— no representa únicamente una oportunidad para impulsar la innovación, sino que constituye además un eje estratégico para fomentar el crecimiento económico, la soberanía tecnológica y el posicionamiento internacional del país. No obstante, para que este potencial se traduzca en resultados tangibles, se requiere una transformación estructural profunda que permita articular de manera eficiente los recursos disponibles, eliminar superposiciones institucionales, acelerar los procesos de desarrollo mediante enfoques interdisciplinarios e innovadores, y garantizar simultáneamente una gestión eficaz, transparente y sustentable de los fondos destinados al sector.

Desde esta perspectiva, el rol del Estado debería enfocarse en establecer lineamientos estratégicos de largo plazo, facilitar la articulación entre los actores clave del ecosistema espacial y asegurar la estabilidad de las políticas públicas más allá de los ciclos de gobierno. La ejecución concreta del desarrollo tecnológico, en cambio, debe residir prioritariamente en el sector privado y el ámbito académico, los cuales aportan agilidad, capacidad de innovación, especialización técnica y orientación a resultados. Esto no implica negar la importancia del Estado, sino repensar su función: más orientada a facilitar que a intervenir directamente.

Es probable que surja entonces una inquietud válida:

“Si el Estado no será el principal financiador ni el cliente directo de los desarrollos, ¿por qué habría de sostener políticas de largo plazo? ¿Para qué serían necesarias entonces esas políticas si la ejecución recae en otros actores?”

Este cuestionamiento es completamente pertinente y ofrece una oportunidad para profundizar la lógica estratégica de esta propuesta. Aunque es cierto que, en modelos como el de la NASA, el Estado ha actuado históricamente como principal inversor y consumidor, ese paradigma se desarrolló en un contexto particular —la Guerra Fría— con condiciones geopolíticas, económicas y tecnológicas difícilmente trasladables al presente argentino. Replicar dicho modelo de forma literal resultaría no solo inviable, sino posiblemente contraproducente.

En este trabajo, se sostiene que el papel del Estado debe ser resignificado. No como un agente omnipresente que financia y lidera todos los proyectos, sino como un garante de continuidad estratégica, un articulador de capacidades dispersas y un facilitador de condiciones habilitantes para el ecosistema espacial nacional. La historia reciente demuestra que la concentración de poder y presupuesto en manos del Estado sin una estrategia sostenida ha derivado, en múltiples ocasiones, en discontinuidades, ineficiencias o retrocesos.

La razón por la cual el Estado debe sostener políticas de largo plazo, incluso si no es el financiador directo, radica en su capacidad para brindar un entorno estable y previsible. Esta previsibilidad se manifiesta en marcos regulatorios coherentes, reglas de juego claras, incentivos bien diseñados y condiciones institucionales que generen confianza en los actores productivos y académicos. Esa estabilidad estratégica —más que el financiamiento en sí mismo— es lo que habilita a las universidades a planificar investigaciones plurianuales, y al sector privado a asumir riesgos e invertir en innovación de alto impacto.

Por otro lado, en lo que respecta a la relación entre el Estado y las universidades, resulta necesario establecer una distinción conceptual y funcional. En el contexto argentino, la autonomía universitaria —garantizada tanto legal como culturalmente— permite que las instituciones de educación superior operen con márgenes de independencia considerables frente a los cambios en el signo político de los gobiernos de turno. Si bien el financiamiento estatal continúa siendo su fuente principal de recursos, esto no

implica una subordinación directa a las prioridades del Ejecutivo, ni mucho menos una pérdida de su rol como generadoras autónomas de conocimiento, formación de capital humano y transferencia tecnológica.

Por ello, en este enfoque, las universidades no deben ser consideradas una mera extensión del aparato estatal, sino más bien un socio estratégico independiente, con capacidades propias y una misión diferenciada. Se valora su potencial como centros de pensamiento crítico, investigación aplicada, innovación científica y vinculación con el sector productivo. Lo relevante no es exclusivamente el origen de sus fondos, sino su estructura institucional, su capital humano altamente calificado, y su compromiso con el desarrollo tecnológico nacional.

La infraestructura es uno de los pilares fundamentales para el avance de cualquier programa espacial. En este aspecto, Argentina enfrenta una paradoja: por un lado, cuenta con un legado histórico de inversiones significativas en instalaciones que le permitieron destacar en el pasado; por otro, esas mismas instalaciones se han visto afectadas por décadas de desinversión, falta de mantenimiento y una gestión fragmentada.

1. Fragmentación Institucional: Históricamente, el desarrollo espacial argentino ha estado marcado por la falta de integración entre las instituciones responsables de liderar proyectos de coherencia y espacial. Entre estos se encuentran:

- i. Fuerzas Armadas (particularmente la Fuerza Aérea): Enfocadas en desarrollos con fines estratégicos y de defensa.
- ii. Institutos de investigación y universidades: Con roles importantes en la innovación y la formación de capital humano, pero con capacidades limitadas de ejecución.
- iii. CONAE y otras entidades gubernamentales: Centradas en misiones científicas y de observación, pero con recursos insuficientes para proyectos de mayor escala.

La falta de un enfoque unificado ha generado:

- iv. Duplicación de esfuerzos: Varias instituciones desarrollaron proyectos sin colaboración similar efectiva.
- v. Presupuesto disperso: El financiamiento fragmentado ha resultado en avances lentos y resultados limitados.
- vi. Falta de sinergias: La desconexión entre actores clave tiene dificultado la consolidación de un ecosistema espacial sólido.

2. Un Legado de Inversiones Olvidadas: Durante los años en que Argentina se perfilaba como una potencia emergente en el ámbito espacial, se realizaron importantes inversiones en infraestructura. Algunos ejemplos notables incluyen:

- i. Base de Punta Indio: Instalaciones utilizadas para pruebas suborbitales y lanzamientos experimentales.
- ii. Centro Espacial Teófilo Tabanera (Córdoba): Uno de los complejos más importantes para el monitoreo y control satelital, pero con capacidades limitadas para pruebas de vectores.
- iii. Banco de pruebas de motores: Desarrollado para proyectos como el Tronador II, pero subutilizado por falta de recursos para escalabilidad y mantenimiento.

Estas infraestructuras, aunque estratégicas en su momento, enfrentan hoy los siguientes desafíos:

- iv. Deterioro: Muchas de las instalaciones no han recibido mantenimiento adecuado, lo que las ha dejado en condiciones subóptimas o inutilizables.
- v. Obsolescencia: La falta de actualización tecnológica las hace incapaces de competir con centros de pruebas internacionales.
- vi. Falta de acceso: La burocracia y la falta de coordinación interinstitucional dificultan el uso compartido de estas capacidades.

3. Infraestructura Limitada en la Actualidad: En comparación con otros países que han avanzado en coherencia y desarrollo espacial, Argentina enfrenta restricciones significativas en su capacidad de prueba:

- i. Escasez de bancos de prueba de motores a gran escala: Necesarios para validar sistemas de propulsión.
- ii. Falta de rampas de lanzamiento modernas: Adaptadas a vectores orbitales de mayor tamaño.
- iii. Limitaciones en laboratorios y talleres: Para pruebas de materiales, integración de sistemas y simulación de condiciones espaciales.

4. Comparativa Internacional: Países como India y Brasil, que tienen desafíos económicos similares a los de Argentina, han logrado avances significativos gracias a la inversión estratégica en infraestructura. Por ejemplo:
 - i. India (ISRO): Cuenta con centros de prueba especializados como el ISRO Propulsion Complex y el Satish Dhawan Space Center, que han sido modernizados continuamente.
 - ii. Brasil (AEB): Ha apostado por el Centro de Lanzamiento de Alcântara, un punto estratégico para lanzamientos orbitales.
 - iii. Estas naciones han demostrado que la inversión sostenida y la consolidación institucional son esenciales para maximizar el uso de recursos y garantizar resultados.

Finalmente, la ausencia de una planificación estratégica de largo plazo ha limitado el crecimiento del sector espacial en Argentina, afectando la continuidad y sostenibilidad de los programas en curso. Sin una hoja de ruta clara con objetivos concretos y plazos bien definidos, cualquier iniciativa queda expuesta a la fragmentación institucional, la dispersión de recursos y la falta de dirección estratégica. La gestión de proyectos complejos, como el desarrollo de un vector de lanzamiento, requiere una coordinación eficiente entre los actores involucrados y la capacidad de adaptarse a imprevistos sin comprometer los avances alcanzados.

Para transformar el potencial aeroespacial del país en un desarrollo tangible, se propone un enfoque estructurado en múltiples etapas que optimice recursos, fortalezca la sinergia entre actores clave y establezca un esquema organizativo eficiente para consolidar un programa espacial autosuficiente.

Fase 1: Consolidación Institucional y Planificación Estratégica

Esta primera fase tiene como objetivo central el diseño y formalización de la estructura organizativa de la Agencia Espacial Nacional Integrada (AENI), priorizando un modelo de gestión ágil, descentralizado y funcional, basado en un esquema de gobernanza matricial que favorezca tanto la fluidez en la comunicación como la eficacia en la toma de decisiones estratégicas. Este modelo debe garantizar simultáneamente la flexibilidad operativa y la cohesión institucional, permitiendo articular de forma eficiente los distintos niveles de conducción.

En paralelo, se elaborará un Plan Estratégico Nacional del Sector Espacial, que contemple objetivos concretos de corto, mediano y largo plazo, alineados con las

capacidades reales del ecosistema nacional y con una visión de desarrollo progresivo. Este plan debe orientar la integración efectiva del sector privado, la comunidad académica y los organismos estatales, promoviendo la cooperación técnica, la complementariedad de recursos y la maximización del impacto institucional y productivo.

Mediante un diseño organizacional robusto, la asignación racional de funciones y competencias específicas, y la distribución estratégica de recursos humanos, materiales y financieros, esta etapa inicial constituirá la base estructural para el surgimiento de un ecosistema aeroespacial nacional sostenible, tecnológicamente competitivo y económicamente viable. A su vez, sentará las condiciones necesarias para impulsar la expansión progresiva del sector y su posicionamiento sólido en el escenario internacional.

Un componente esencial en esta fase es la identificación y convocatoria de actores comprometidos provenientes de los tres sectores clave: universidades, empresas y organismos estatales. Será imprescindible conformar una comisión rectora plural y representativa, integrada por profesionales y referentes de reconocida trayectoria y compromiso, que no solo comprendan la magnitud del desafío, sino que también estén convencidos de la necesidad estratégica de llevarlo adelante. La definición detallada de la estructura, funciones y competencias de la AENI debe surgir del consenso deliberado entre estos actores, garantizando que cada decisión se sustente en el conocimiento técnico, la experiencia práctica y una visión compartida de futuro.

Fase 2: “Identificación y mapeo de actores estratégicos”

En esta etapa se desarrollará un catastro integral del ecosistema espacial argentino, que permitirá comprender en detalle las capacidades existentes y las oportunidades de articulación.

1. Relevamiento del sector privado: se identificarán empresas con capacidad de aportar en áreas críticas como propulsión, materiales compuestos, electrónica, software de misión, telecomunicaciones y manufactura de precisión. Se evaluará no solo su capacidad técnica actual, sino también su potencial de escalamiento y reconversión tecnológica.
2. Mapeo del sector académico y científico: se realizará un análisis comparativo de universidades e institutos de investigación con trayectoria en áreas como aeronáutica, mecánica de fluidos, astrofísica, química de propelentes,

inteligencia artificial aplicada y robótica. El objetivo será identificar centros de excelencia y promover su vinculación con proyectos concretos.

3. Relevamiento del sector estatal y militar: se analizarán las capacidades de organismos ya involucrados en la materia (CONAE, CNEA, Fuerza Aérea, INVAP, FAdA), evaluando su nivel de infraestructura, laboratorios, bancos de prueba y experiencia previa en gestión de proyectos espaciales.
4. Valor agregado: este mapeo permitirá identificar ventanas de oportunidad, detectar capacidades ociosas, evitar duplicaciones de esfuerzos y construir un inventario dinámico que facilite la asignación estratégica de recursos y la integración eficiente de los actores.

Fase 3: “Agrupación territorial y especialización por competencias”

Con los datos obtenidos en el mapeo, se procederá a la configuración de clústeres tecnológicos territoriales, organizados en torno a nodos de especialización que favorezcan la eficiencia productiva y la complementariedad.

1. Criterios de agrupamiento: los actores se organizarán según tres ejes: especialidad tecnológica (propulsión, estructuras, satelital, software, testing), ubicación geográfica y madurez de sus capacidades.
2. Clústeres territoriales previstos, (Como ejemplo de identificación de capacidad):
 - a. Buenos Aires: software de misión, electrónica, inteligencia artificial y telecomunicaciones.
 - b. Córdoba: manufactura aeronáutica y espacial, bancos de prueba de motores, integración de sistemas (aprovechando FAdA y presencia académica).
 - c. Neuquén: estaciones de seguimiento y control, telecomunicaciones satelitales, integración con la infraestructura de observación espacial existente.
 - d. Rosario (potencial): química de materiales, propelentes avanzados y manufactura aditiva.

3. Valor agregado: los clústeres funcionarán como ecosistemas de innovación interconectados, lo que permitirá reducir costos logísticos, maximizar recursos locales y acelerar el aprendizaje colectivo mediante la colaboración.

Fase 4: “Optimización de procesos y transferencia de funciones al sector privado”

Con las células territoriales operativas, se dará inicio a un proceso de reingeniería institucional y productiva, con foco en la eficiencia y la reducción de duplicidades.

1. Evaluación de capacidades y desempeño: se establecerán métricas de eficiencia, calidad y cumplimiento de objetivos para cada célula. Estas métricas servirán como base para definir qué funciones deben permanecer en el ámbito estatal (seguridad estratégica, investigación básica) y cuáles deben transferirse al sector privado (producción en serie, integración de subsistemas, testing industrial).
2. Esquema de transferencia progresiva: las funciones operativas y de manufactura pasarán gradualmente al sector privado, bajo supervisión estatal, con contratos de desempeño que garanticen calidad y cumplimiento de plazos.
3. Reducción de burocracia: mediante la creación de ventanillas únicas de gestión, se eliminarán redundancias administrativas y se estandarizarán procesos de contratación, certificación y transferencia tecnológica.
4. Valor agregado: este esquema permitirá al Estado concentrarse en su rol estratégico (definición de objetivos, seguridad, supervisión) y liberar capacidad al sector privado para dinamizar el ecosistema, mejorar la competitividad y atraer inversión extranjera.

Fase 5: “Incorporación de tecnologías avanzadas y mejora continua”

Esta fase consolidará la modernización tecnológica y la cultura de innovación permanente como pilares del programa espacial nacional.

1. Inteligencia Artificial y Big Data: implementación de algoritmos de machine learning para optimizar simulaciones aerodinámicas, procesos de manufactura y mantenimiento predictivo. Los datos generados en pruebas de motores y vuelos experimentales alimentarán sistemas de análisis predictivo en tiempo real.

2. Manufactura aditiva y nuevos materiales: uso de impresión 3D en metales y polímeros avanzados para fabricar componentes estructurales y cámaras de combustión con geometrías complejas, reduciendo tiempos de producción y costos de prototipado.
3. Gemelos digitales (digital twins): creación de réplicas virtuales de motores, estructuras y sistemas de control, que permitan probar escenarios de misión y detectar fallas potenciales antes de los ensayos físicos.
4. Plataformas de gestión basadas en datos: adopción de modelos de data-driven management para la toma de decisiones estratégicas, asegurando transparencia, trazabilidad y eficiencia en la asignación de recursos.
5. Mejora continua y feedback iterativo: se implementarán procesos de evaluación continua con auditorías técnicas, revisiones cruzadas y actualizaciones periódicas de estándares. Esto permitirá incorporar aprendizajes de cada misión, retroalimentando el ciclo de innovación.
6. Valor agregado: esta etapa convertirá al programa espacial argentino en un ecosistema competitivo a nivel internacional, con capacidad de generar desarrollos exportables y de posicionarse en mercados de nicho (lanzadores livianos, nanosatélites, servicios de telecomunicaciones).

Aspectos Teóricos

En la presente propuesta, la eficacia en la concreción de proyectos tecnológicos espaciales encuentra su fundamento en la articulación eficiente y cohesionada entre las diversas entidades institucionales involucradas. Para lograr tal articulación, resulta imprescindible aplicar enfoques metodológicos adecuados que no solo delimiten con precisión los propósitos y conceptos fundamentales del proyecto, sino que también permitan identificar, con claridad y profundidad, quiénes serán los verdaderos protagonistas del cambio.

En este sentido, si bien se reconoce la utilidad de las metodologías cuantitativas para el análisis estructural del sistema espacial argentino, se enfatiza que será la investigación cualitativa el eje central para comprender en profundidad las dinámicas sociales, las trayectorias individuales y las motivaciones de los actores clave. La indagación de las vivencias, percepciones, expectativas y niveles de compromiso de los profesionales e instituciones involucradas permitirá no solo

describir el mapa institucional, sino también identificar los sujetos concretos que poseen la voluntad, la legitimidad y las competencias necesarias para liderar e impulsar cada fase del proceso de transformación.

La exploración cualitativa —a través de entrevistas en profundidad, grupos focales o análisis de experiencias previas— no es simplemente una herramienta complementaria, sino que se vuelve fundamental para construir el capital relacional y simbólico que requerirá la constitución efectiva de la AENI y de los clústeres tecnológicos. Es mediante esta indagación que se podrá diferenciar entre los actores formales (designados o institucionalizados) y los actores efectivos (referentes técnicos y organizacionales capaces de movilizar recursos, generar consensos y sostener proyectos).

Para gestar una cohesión efectiva entre las instituciones, se propone una metodología que abarque los subsiguientes componentes:

Identificación del Objetivo Estratégico Nacional: Una delimitación precisa del propósito estratégico nacional en el ámbito de la tecnología espacial, dirigirá y consolidará las acciones de las distintas entidades intervinientes.

Identificación de las Instituciones de Focalización: Reconocer a las entidades cruciales en la gestación de proyectos tecnológicos espaciales, tomando en cuenta su pericia y aptitudes, se erige como un paso trascendental.

Evaluación de las Aptitudes de Cada Institución: Sopesar las capacidades de cada entidad se traduce en un análisis minucioso de sus puntos fuertes y debilidades, a fin de erigir una estrategia de asociación efectiva.

Definición de Roles y Responsabilidades: Establecer con claridad las funciones y deberes de cada entidad en el marco del proyecto es vital para cimentar una coordinación sinérgica.

Instauración de Mecanismos de Comunicación y Supervisión: La implementación de canales de comunicación y sistemas de seguimiento garantizará una coordinación armoniosa y la oportunidad de efectuar correcciones, si fuese requerido.

Subrayar la importancia de considerar los paradigmas subyacentes en estas metodologías es fundamental. Estos engloban tanto el positivismo, centrado en la búsqueda de leyes generales a partir de la observación empírica, como el

constructivismo, que concibe la realidad como un producto socialmente construido, poniendo énfasis en la interpretación de los agentes sociales involucrados.

Teniendo en cuenta los puntos mencionados, la creación de la Agencia Espacial Nacional Integrada (AENI) requerirá de un núcleo impulsor compuesto por personas altamente motivadas y comprometidas provenientes de cada uno de los sectores involucrados: el ámbito académico, el sector privado y los organismos estatales. No se trata únicamente de representación institucional, sino de identificar a aquellos actores con capacidad real de liderazgo, influencia política y visión estratégica para motorizar la aprobación de una Ley Nacional que le otorgue legitimidad, marco jurídico y sostenibilidad en el tiempo.

Para que dicha ley sea viable en términos políticos y sociales, será fundamental construir una cohesión sectorial transversal, difícil de objetar por cualquier fuerza política o sector corporativo. Tal como ocurre con actores de fuerte legitimidad social —como los sindicatos del transporte o las universidades públicas—, el respaldo deberá surgir desde una base amplia, técnica y plural, que represente un consenso construido y no una imposición.

Una estrategia viable, sería la creación de un espacio de encuentro, debate y construcción colectiva, que funcione como catalizador de este proceso. Este espacio podría materializarse en forma de congresos, foros o jornadas interdisciplinarias, organizados preferentemente en el ámbito universitario, lo cual aportaría neutralidad, legitimidad y prestigio académico al proceso. Allí podrían reunirse los referentes más comprometidos de cada sector, intercambiar ideas, madurar propuestas, establecer vínculos de confianza y consolidar una visión compartida.

Además de su función técnica y articuladora, este tipo de espacio generaría visibilidad mediática y proyección social, condiciones esenciales para instalar la discusión en la agenda pública y sensibilizar a la ciudadanía y a los decisores políticos sobre la importancia estratégica del desarrollo espacial nacional. En definitiva, se trata de construir no solo una institución, sino un movimiento de base técnico-político-institucional que respalde su creación y garantice su continuidad más allá de los cambios coyunturales.

PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Propuesta de Solución y Organización Estratégica para el Desarrollo Espacial en Argentina

Contexto: Argentina ha demostrado potencial en el desarrollo de tecnologías espaciales, especialmente en la construcción de satélites y en la iniciación de proyectos de vectores propios. Sin embargo, el país enfrenta desafíos significativos que impiden la concreción de un vector lanzador propio que permita poner en órbita satélites sin depender de otras naciones.

FASE 1: CONSOLIDACIÓN INSTITUCIONAL Y PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA

Objetivo: Establecer la Agencia Espacial Nacional Integrada (AENI) como un ente articulador del ecosistema espacial en Argentina, garantizando una estructura organizativa ágil y eficiente. Además, definir un Plan Estratégico Nacional que establezca los objetivos de corto, mediano y largo plazo para el desarrollo aeroespacial.

1. Creación y Organización de la Agencia Espacial Nacional Integrada (AENI)

1.1. Marco Legal y Regulador

Para su creación, la AENI debe ser constituida mediante:

Ley Nacional aprobada por el Congreso, garantizando continuidad y financiamiento.
Decreto Presidencial para su conformación inicial y puesta en marcha.

1.2. Ubicación y Sedes:


Sede central: Buenos Aires o Córdoba (cercanía a ministerios y principales actores del sector).

Sedes secundarias: En clústeres tecnológicos como Río Negro (INVAP, CEATSA) y Santa Fe (telemetría y sensores).

1.3. Estructura Organizativa y Organigrama

Se propone un modelo organizativo matricial, combinando una estructura piramidal con una circular, permitiendo eficiencia y flexibilidad.

Consejo Directivo (Toma de decisiones estratégicas)

 **Presidente de la AENI**

- Perfil: Un profesional de alto nivel con amplia experiencia en gestión de proyectos espaciales y tecnológicos, preferentemente con un historial comprobado en la administración de programas a gran escala que requieran la coordinación de múltiples sectores. Deberá contar con habilidades estratégicas y de liderazgo, así como con la capacidad de gestionar recursos, impulsar la innovación y articular vínculos entre instituciones gubernamentales, empresas privadas y el ámbito académico.
- Responsabilidades: Dirigir y gestionar la Agencia Espacial Nacional Integrada (AENI), asegurando el cumplimiento de su misión y visión. Coordinar las acciones de las diferentes direcciones, optimizar la asignación de recursos y establecer vinculaciones estratégicas con actores clave del ecosistema espacial. Diseñar e implementar estrategias alineadas con los objetivos espaciales nacionales, fomentando la integración del sector privado y promoviendo el desarrollo sostenible de la industria aeroespacial en Argentina.


 **Representantes de ministerios: Defensa, Ciencia y Tecnología, Producción.**

- Perfiles: Los representantes de cada ministerio deben ser profesionales de alto nivel con una sólida trayectoria en gestión de proyectos tecnológicos, tanto en el sector público como en el ámbito privado. Su rol es clave para garantizar la articulación efectiva entre el Estado, la industria y la academia, promoviendo una integración estratégica que permita el desarrollo sostenible del sector aeroespacial.
- Cualidades y Experiencia Requerida:
 - Formación Académica: Preferentemente en ingeniería, ciencias exactas, administración de tecnología, políticas públicas o áreas afines.
 - Experiencia Profesional: Amplia trayectoria en la gestión de proyectos tecnológicos o industriales de gran escala.

- Experiencia en vinculación público-privada, facilitando la integración entre el Estado y empresas del sector.
- Conocimientos en regulación y normativas aplicables a la industria aeroespacial.
- Capacidad para liderar estrategias de desarrollo tecnológico e innovación dentro del ámbito gubernamental.
- Negociación y articulación estratégica con actores gubernamentales, privados y académicos.
- Gestión eficiente de recursos y financiamiento, optimizando inversiones estatales y promoviendo la participación del sector privado.
- Visión prospectiva para anticipar tendencias tecnológicas y generar políticas alineadas con los desafíos del sector aeroespacial.
- Capacidad de liderazgo para coordinar equipos interdisciplinarios y facilitar la toma de decisiones en entornos complejos.

 Representantes de agencias del Estado: CONAE, INVAP, CITEDEF.

- Perfil: Los representantes de estas agencias deben ser profesionales altamente capacitados con un profundo conocimiento de las capacidades, proyectos y líneas de trabajo de sus respectivas instituciones. Además, deben contar con un perfil técnico-estratégico, con habilidades de mediación y objetividad para aportar su conocimiento en la toma de decisiones estratégicas dentro de la AENI.
- Cualidades y Experiencia Requerida:
 - Formación Académica: Preferentemente en ingeniería aeroespacial, electrónica, telecomunicaciones, física, ciencias de la computación, licenciado en sistemas aeroespaciales o áreas afines. También pueden provenir de la gestión de la innovación tecnológica con un enfoque en proyectos espaciales y de defensa.
 - Trayectoria consolidada en el ámbito aeroespacial, de defensa o en sistemas tecnológicos avanzados.
 - Conocimiento pleno de las capacidades, infraestructura y proyectos estratégicos de CONAE, INVAP o CITEDEF.
 - Experiencia en coordinación de proyectos interinstitucionales, asegurando una visión integral del sector.
 - Capacidad para analizar y evaluar la viabilidad de desarrollos tecnológicos en el marco del Plan Espacial Nacional.

- Experiencia en transferencia de tecnología y vinculación con el sector privado.
 - Visión estratégica y capacidad de análisis para identificar oportunidades de colaboración y optimización de recursos.
 - Perfil mediador y enfoque objetivo, garantizando que las decisiones dentro de la AENI se basen en información técnica y en el interés general del ecosistema espacial.
 - Gestión de proyectos tecnológicos, con la capacidad de articular esfuerzos entre agencias estatales, universidades y empresas privadas.
 - Habilidades de comunicación efectiva, facilitando el intercambio de conocimientos entre diferentes sectores.
- Rol: Los representantes de CONAE, INVAP y CITEDEF desempeñarán un papel asesor y estratégico, asegurando que las decisiones de la AENI estén alineadas con las capacidades nacionales y los desarrollos tecnológicos en curso. Además, actuarán como enlaces entre sus instituciones y la agencia, garantizando que los recursos y conocimientos especializados sean utilizados de manera eficiente y en beneficio del ecosistema espacial argentino.
-  Representantes de universidades: UNR, UBA, UTN, UNC, UNLP (y otras con interés en sumarse).
- Perfil: Los representantes de las universidades dentro de la AENI deben ser profesionales con una sólida trayectoria académica y experiencia en la vinculación científica y tecnológica, con un profundo conocimiento de las capacidades de sus instituciones. Su rol es fundamental para fomentar la integración entre el sector académico, el Estado y la industria, asegurando que la generación de conocimiento y la formación de talento sean ejes estratégicos del desarrollo espacial en Argentina.
- Cualidades y Experiencia Requerida:
- Formación Académica: Preferentemente doctorado o maestría en áreas vinculadas a la ingeniería aeroespacial, electrónica, telecomunicaciones, física, inteligencia artificial, computación, licenciatura aeroespacial, materiales avanzados o disciplinas relacionadas con la industria espacial.
 - Trayectoria en investigación y desarrollo (I+D) en áreas estratégicas para el sector aeroespacial y/o tecnológico avanzado.

- Experiencia en gestión de proyectos tecnológicos interdisciplinarios y vinculación con sectores productivos.
 - Conocimiento profundo de las capacidades científicas, tecnológicas y de infraestructura de sus universidades en relación con la industria aeroespacial.
 - Participación en proyectos de cooperación internacional en ciencia y tecnología.
 - Experiencia en transferencia tecnológica y formación de talento, con enfoque en la aplicación del conocimiento académico en la industria.
 - Capacidad de mediación y articulación entre el ámbito académico y el sector productivo.
 - Visión estratégica y enfoque objetivo, asegurando que las decisiones se basen en criterios científicos y técnicos.
 - Gestión de innovación, promoviendo la integración de nuevas tecnologías en el sector aeroespacial.
 - Desarrollo de programas de formación especializada, alineados con las necesidades de la industria aeroespacial.
 - Habilidades de comunicación y negociación, facilitando la vinculación con organismos gubernamentales y empresas privadas.
- Rol: Los representantes de las universidades serán responsables de la vinculación del sector académico con el ecosistema espacial argentino, asegurando que las instituciones educativas:
- Aporten conocimiento y talento humano para el desarrollo de proyectos espaciales.
 - Fomenten la investigación aplicada y la innovación tecnológica.
 - Faciliten la transferencia de tecnología al sector productivo.
 - Participen activamente en la planificación estratégica del sector aeroespacial.

 Representantes del sector privado: Empresas aeroespaciales.

- Perfil: Los representantes del sector privado en la AENI deben ser profesionales con una sólida trayectoria en la industria aeroespacial o en sectores tecnológicos de alto impacto, con experiencia en gestión de proyectos estratégicos y vinculación público-privada. Su rol será clave para garantizar que el desarrollo del sector aeroespacial argentino se oriente hacia la sostenibilidad comercial y la competitividad

internacional, promoviendo la integración del ecosistema industrial en la economía global.

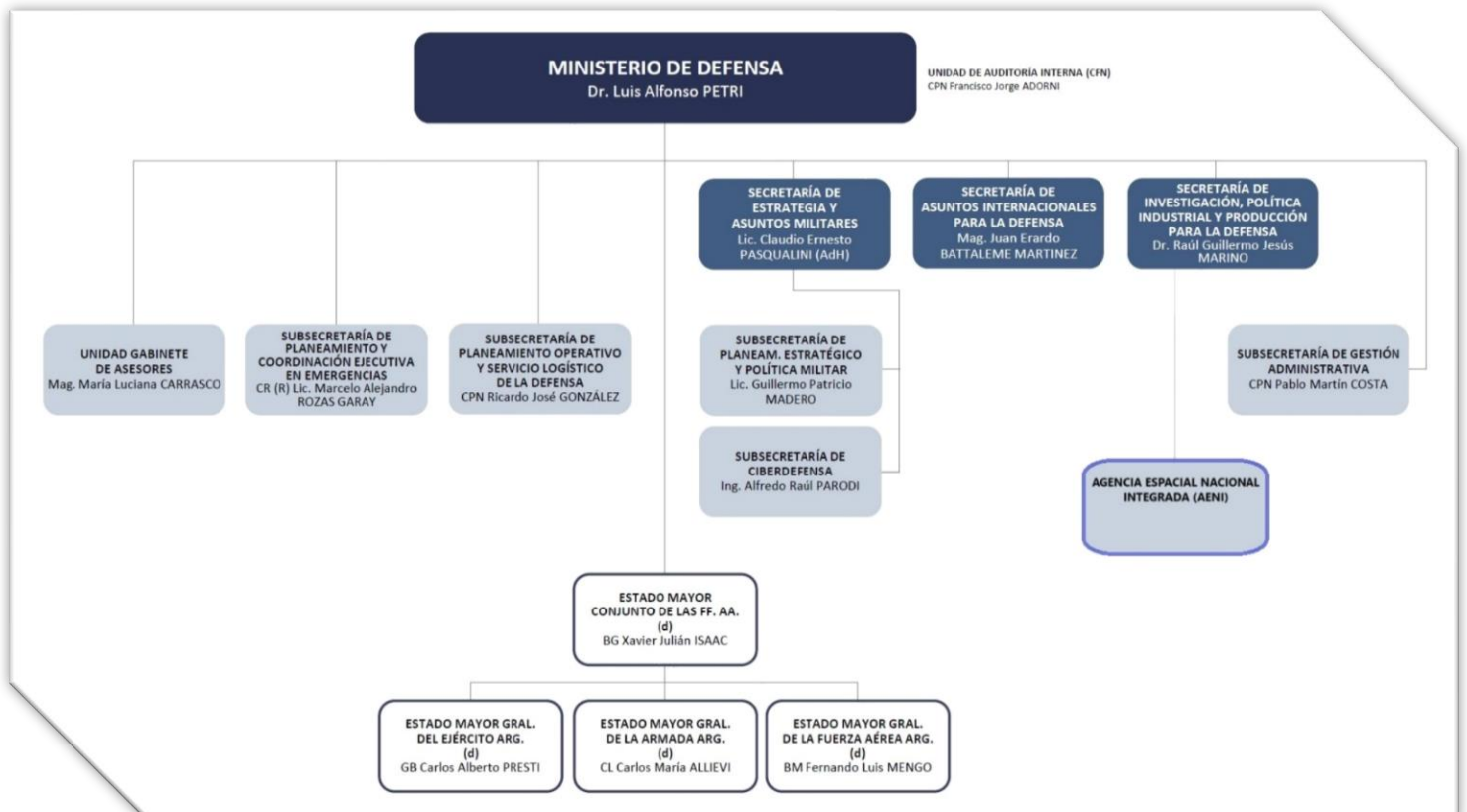
- Cualidades y Experiencia Requerida:
 - Formación Académica:
 - Preferentemente en ingeniería aeroespacial, mecánica, electrónica, telecomunicaciones, computación, inteligencia artificial, materiales avanzados o gestión de la innovación tecnológica.
 - Se valorará formación complementaria en gestión empresarial, administración de proyectos tecnológicos y financiamiento de I+D+i.
 - Trayectoria en empresas del sector aeroespacial o en industrias tecnológicas avanzadas con impacto en el desarrollo de sistemas espaciales.
 - Experiencia en gestión de proyectos tecnológicos de gran escala, con capacidad de ejecución y vinculación con otros actores estratégicos.
 - Conocimiento profundo del mercado aeroespacial global, sus tendencias y oportunidades de negocio.
 - Participación en procesos de transferencia tecnológica e innovación, facilitando la colaboración entre la industria y el sector académico.
 - Experiencia en vinculación público-privada, con capacidad para negociar y coordinar esfuerzos entre el Estado y la industria.
 - Visión estratégica y enfoque comercial, garantizando que las iniciativas espaciales sean sostenibles y competitivas.
 - Capacidad de mediación y negociación, articulando intereses del sector privado con los objetivos nacionales.
 - Gestión de financiamiento e inversión, facilitando la atracción de capital privado para proyectos espaciales.
 - Habilidades de liderazgo e innovación, promoviendo la modernización del sector aeroespacial argentino.
 - Capacidad de identificar oportunidades de internacionalización, asegurando la inserción de la industria aeroespacial argentina en el mercado global.

- Rol: Los representantes del sector privado serán los principales articuladores entre la industria aeroespacial y el Estado, asegurando que:

“Propuesta de Estrategias de vinculación y gestión para lograr el avance del desarrollo espacial en Argentina.”
ESPECIALIZACIÓN EN GESTION DE LA INNOVACION Y LA VINCULACION TECNOLOGICA

- Las empresas nacionales participen activamente en el desarrollo de tecnología espacial y en la producción de componentes estratégicos.
- Se fomente la reducción de costos para el Estado, transfiriendo gradualmente la producción y operación de sistemas espaciales al sector privado.
- Se promueva la inversión privada y la captación de financiamiento internacional para potenciar la industria aeroespacial argentina.
- Se fortalezca la colaboración con universidades y centros de investigación, generando un ecosistema de innovación tecnológica sostenible.
- Se impulse la exportación de tecnología aeroespacial argentina, posicionando al país como un actor competitivo en la industria global.

- ✚ Representantes de otras instituciones: Instituciones sin carreras aeroespaciales que quieran.
- ✚ Propuesta de incluir la AGENCIA dentro del organigrama del Ministerio de Defensa:



Direcciones de Áreas Claves (Ejecución y gestión)

Cargo	Cantidad de Personas	Funciones
Director de Desarrollo de Vectores	1	Gestión de proyectos de cohetes y lanzadores.
Director de Infraestructura y Pruebas	1	Coordinación de sitios de prueba y validación.
Director de Innovación y Tecnologías Emergentes	1	Integración de IA, manufactura aditiva y automatización.
Director de Vinculación y Transferencia Tecnológica	1	Relación con universidades y empresas.
Director de Financiamiento y Recursos	1	Captación de inversión pública y privada.
Coordinador de Participación Institucional	1	Gestión de adhesión de instituciones interesadas.

* Los directores designados podrán ocupar simultáneamente cargos equivalentes dentro de la empresa o institución que representan, asegurando así una alineación estratégica entre la AENI y las capacidades, objetivos y experiencias de cada entidad. Esto permitirá una gestión más eficiente, facilitando la coordinación interinstitucional y la toma de decisiones basada en el conocimiento directo de los recursos y proyectos en desarrollo.

Equipos de Trabajo (Estructura operativa)

Se requerirán aproximadamente 14-20 personas en la etapa inicial, distribuidas en:

- ✚ Administración y logística (3 - 4 personas).
- ✚ Investigación y desarrollo (3 - 4 personas).
- ✚ Vinculación y transferencia tecnológica (2 - 4 personas).
- ✚ Infraestructura y ensayos (2 - 4 personas).
- ✚ Financiamiento y estrategia (3 - 4 personas).

2. Plan Estratégico de la Agencia Espacial Nacional Integrada

2.1. Objetivos Generales

- ✚ Consolidar un ecosistema aeroespacial integrado en Argentina.
- ✚ Desarrollar un vector lanzador de satélites propio.
- ✚ Potenciar la vinculación entre el sector público, privado y académico.
- ✚ Fomentar la transferencia de tecnología y la formación de talento.
- ✚ Garantizar la sostenibilidad del programa a largo plazo con participación privada.

2.2. Objetivos por Plazo

Corto Plazo (0-3 años)

- ✓ Formalización y puesta en marcha de la AENI.
- ✓ Creación de un mapa de capacidades tecnológicas en Argentina.
- ✓ Definición de clústeres tecnológicos y asignación de roles.
- ✓ Inicio del diseño conceptual de un vector lanzador.
- ✓ Generación de convenios con empresas y universidades (incluso sin carreras aeroespaciales).

Mediano Plazo (3-6 años)

- ✓ Construcción de prototipos y ensayos de sistemas de propulsión.
- ✓ Desarrollo de infraestructura de prueba en el país.
- ✓ Ampliación del ecosistema con participación internacional.
- ✓ Primer lanzamiento suborbital de prueba.
- ✓ Validación de componentes y manufactura con IA.

Largo Plazo (6-10 años)

- ✓ Lanzamiento de un vector argentino al espacio.
- ✓ Consolidación de una industria nacional de vectores y satélites.
- ✓ Autosuficiencia en producción de lanzadores y plataformas satelitales.
- ✓ Expansión a mercados internacionales con tecnología propia.

3. Plan de Ejecución de la Fase 1

Hito	Tiempo Estimado	Recursos Necesarios	Responsable
Creación del marco legal y decreto de la AENI	3 meses	Personal jurídico	Gobierno Nacional
Designación del Consejo Directivo	4 meses	Definir miembros	Gobierno Nacional
Definición del organigrama y sede	6 meses	Estudio de ubicación	AENI
Contratación de personal clave	9 meses	Recursos humanos	AENI
Publicación del Plan Estratégico	12 meses	Análisis de políticas	AENI

4. Análisis de Costos Estimados

Recursos iniciales requeridos

- ✓ Infraestructura y oficinas: USD 17.000,00 y USD 25.000,00.
- ✓ Salarios y contratación de personal: entre USD 800.000,00 a 1.000.000,00 anuales.
- ✓ Investigación y desarrollo inicial: USD 1 y 2 millones.
- ✓ Plataformas tecnológicas (IA, simuladores, ensayos): USD 500.000,00 y USD 800.000,00.
- ✓ Total estimado: USD 2.317.000 y USD 3.825.000 (fase inicial).

5. Participación Abierta de Instituciones

La AENI debe fomentar la participación de todas las instituciones interesadas, incluso aquellas sin carreras aeroespaciales, siempre que:

- ✓ Puedan contribuir con recursos humanos, tecnológicos o financieros.
- ✓ Estén dispuestas a participar en proyectos de innovación.
- ✓ Cuenten con capacidades de desarrollo en ingeniería, electrónica, telecomunicaciones u otras disciplinas aplicables.

Ejemplo: Universidades con capacidades en inteligencia artificial o fabricación avanzada podrían contribuir en simulaciones de misiones espaciales.

FASE 2: IDENTIFICACIÓN Y MAPEO DE ACTORES ESTRATÉGICOS

Objetivo: Realizar un relevamiento exhaustivo de todas las instituciones del Estado, universidades y empresas privadas con capacidades para desarrollar tecnología espacial en Argentina, identificando sus áreas de especialización y su potencial contribución al ecosistema espacial nacional.

Este mapeo permitirá definir qué actores pueden participar en el desarrollo de proyectos espaciales y cómo se integrarán en la planificación estratégica de la Agencia Espacial Nacional Integrada (AENI).

1. Pasos para la Ejecución de la Fase 2

1.1. Identificación de Actores Claves

Esta fase comenzará con la recopilación de información sobre todas las entidades que pueden aportar conocimientos, infraestructura o capacidades productivas al sector espacial. Se deben considerar:

- ✚ **Instituciones gubernamentales:**
 - Ministerio de Defensa (infraestructura y seguridad).
 - Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (financiamiento y regulación).
 - CONAE, INVAP, CITEDEF, FAdeA (entidades con experiencia en proyectos aeroespaciales).
 - ARSAT (expertise en telecomunicaciones satelitales).

- ✚ **Universidades y Centros de Investigación**
 - Universidades con carreras aeroespaciales: UBA, UNC, UNLP, UTN.
 - Instituciones sin carreras aeroespaciales, pero con capacidades aplicables (cálculo, simulación, IA, electrónica) como la UNR.
 - Centros de investigación en propulsión, materiales compuestos, sensores y telecomunicaciones.

- ✚ **Empresas del sector privado**
 - Empresas aeroespaciales nacionales (LIA Aerospace, Satellogic, Tlon Space).
 - Empresas de software y desarrollo IA aplicable a misiones espaciales.
 - Empresas con capacidades en manufactura avanzada e impresión 3D.

1.2. Categorización por Competencias

Cada actor identificado será clasificado de acuerdo con sus capacidades, dentro de las siguientes áreas estratégicas:

Categoría	Ejemplos de Actores	Función dentro del ecosistema
Propulsión y motores espaciales	LIA Aerospace, INVAP, CITEDEF	Desarrollo de motores cohete y combustibles espaciales.
Plataformas satelitales y telecomunicaciones	CONAE, ARSAT, Satellogic	Diseño y operación de satélites de observación y comunicación.
IA y software para exploración y simulaciones	Universidades con capacidades en IA, software aeroespacial.	Desarrollo de algoritmos para control de misiones y análisis de datos.
Sensores, navegación y telemetría	UNLP, UTN, INVAP	Desarrollo de sistemas de control y comunicación.
Fabricación avanzada e impresión 3D	FAdeA, CNEA, Empresas de manufactura	Desarrollo de materiales y estructuras aeroespaciales.

1.3. Creación de un Registro Nacional del Sector Aeroespacial

Se implementará una plataforma digital donde las instituciones podrán inscribirse voluntariamente si desean participar en el proyecto.

✓ Beneficios:

- Transparencia en la integración de actores.
- Acceso a información detallada de capacidades tecnológicas del país.
- Posibilidad de sumar nuevas instituciones con interés en el desarrollo espacial.

2. Plan Estratégico de Ejecución de la Fase 2

2.1. Objetivos Específicos

- ✓ Construir un mapa de capacidades aeroespaciales nacionales.
- ✓ Identificar potenciales alianzas entre actores del sector.
- ✓ Establecer un registro formal de instituciones, universidades y empresas.
- ✓ Permitir la adhesión voluntaria de nuevos actores al ecosistema espacial.
- ✓ Generar un esquema de trabajo para la siguiente fase (agrupación territorial).

2.2. Hitos y Tiempos Estimados

Hito	Tiempo Estimado	Responsable
Creación del Registro Nacional del Sector Aeroespacial	3 meses	AENI
Identificación de actores gubernamentales	3 meses	AENI
Relevamiento de universidades y centros de investigación	6 meses	AENI
Mapeo del sector privado y capacidades industriales	6 meses	AENI
Publicación del Mapa Nacional de Capacidades Aeroespaciales	9 meses	AENI
Implementación de la plataforma digital de adhesión voluntaria	12 meses	AENI

3. Asignación de Recursos Humanos y Financieros

Recurso	Cantidad	Función
Analistas técnicos	10	Identificación y categorización de actores.
Coordinadores de vinculación	5	Relación con empresas y universidades.
Especialistas en infraestructura	5	Evaluación de capacidad técnica.
Equipo de TI	4	Desarrollo de la plataforma digital de adhesión.
Administración y logística	6	Coordinación general del proyecto.

Estimación de Costos

- ✓ Desarrollo de la plataforma digital: USD 500,000
- ✓ Salarios del equipo de análisis y relevamiento (1 año): USD 2-3 millones
- ✓ Eventos y reuniones de vinculación: USD 300,000
- ✓ Publicaciones y difusión del mapeo aeroespacial: USD 200,000
- ✓ Total estimado: USD 3-4 millones

4. Participación Abierta y Vinculación con el Sector

Un aspecto clave de esta fase es que cualquier institución con interés en el sector aeroespacial pueda sumarse, aunque no tenga una trayectoria previa en el ámbito espacial.

Ejemplos de participación de nuevas instituciones:

- ✓ Universidades que quieran desarrollar programas de formación en el área.
- ✓ Empresas tecnológicas interesadas en adaptar su producción al sector espacial.
- ✓ Centros de investigación que puedan aportar en análisis de datos, simulaciones o manufactura avanzada.

Mecanismos de integración:

- ✓ Convenios de cooperación con universidades y centros de investigación.
- ✓ Creación de espacios de I+D colaborativos.

- ✓ Convocatorias de proyectos tecnológicos con financiamiento estatal y/o privado.

5. Beneficios del Mapeo Estratégico

- ✓ Optimización de recursos: Evitar la duplicación de esfuerzos y coordinar capacidades existentes.
- ✓ Mayor integración público-privada: Fortalecer alianzas entre el Estado, la academia y las empresas.
- ✓ Planificación estratégica basada en datos: Permitir que las decisiones sean tomadas con información precisa.
- ✓ Facilitación del desarrollo de tecnología nacional: Promover la colaboración entre actores con experiencia y nuevas instituciones interesadas.
- ✓ Internacionalización del sector: Generar vínculos con agencias y empresas extranjeras interesadas en invertir o colaborar con Argentina.

FASE 3: AGRUPACIÓN TERRITORIAL Y ESPECIALIZACIÓN POR COMPETENCIAS

Objetivo: Una vez identificados y categorizados los actores clave en el ecosistema espacial argentino, el siguiente paso es agrupar estratégicamente a las instituciones, universidades y empresas en células de desarrollo tecnológico según su cercanía geográfica y su especialización.

Este modelo de células interconectadas permitirá organizar de manera eficiente la colaboración entre entidades, asegurando que cada agrupación tenga un rol específico dentro del Plan Estratégico Nacional para el desarrollo aeroespacial.

1. Modelo de Agrupación Territorial y Especialización

1.1. Creación de Clústeres Tecnológicos Aeroespaciales

Se propone la conformación de múltiples células interconectadas distribuidas a lo largo del país, donde cada una tenga un objetivo específico dentro del proyecto nacional.

Clúster / Región	Especialización	Instituciones Clave
Buenos Aires	Desarrollo de software aeroespacial, simulaciones y control de misiones.	Empresas de IA y telecomunicaciones, UTN, UBA, ARSAT.
Córdoba	Ingeniería aeroespacial, manufactura avanzada y ensayos estructurales.	FAdeA, CONAE, UNC, UTN Córdoba.
Río Negro	Diseño y producción de satélites, integración de sistemas y ensayos de componentes.	INVAP, CEATSA, UNRN.
Santa Fe	Sensores, telemetría, instrumentación científica para cohetes y satélites.	UNL, UTN, empresas de electrónica.
Mendoza	Materiales compuestos y nuevos propulsores para cohetes.	CNEA, universidades con laboratorios de materiales avanzados.

- ✚ Cada célula o clúster trabajará de manera autónoma pero coordinada, alineando sus objetivos con el Plan Estratégico Nacional.

2. Diseño del Mapa Territorial de Integración Aeroespacial

2.1. Pasos para la Creación del Mapa de Clústeres

- ✚ Validación de la información recopilada en la Fase 2.
 - Se analizarán las capacidades de cada institución, asegurando su correcta clasificación.
- ✚ Definición de regiones estratégicas y nodos principales.
 - Se determinarán los puntos centrales de cada clúster tecnológico.
- ✚ Asignación de roles y objetivos específicos a cada célula.
 - Cada agrupación recibirá una misión dentro del plan nacional, asegurando que las tareas estén claramente distribuidas.
- ✚ Creación de la Red Nacional de Cooperación Aeroespacial.
 - Se establecerá un sistema de trabajo colaborativo entre clústeres.
- ✚ Implementación de plataformas digitales para coordinación.
 - Desarrollo de un sistema de gestión interinstitucional con comunicación en tiempo real.

3. Asignación de Funciones y Roles en los Clústeres

Cada clúster tendrá un coordinador regional y un equipo técnico que supervisará el avance de las tareas en cada célula.

Rol	Responsabilidades	Cantidad de personas
Coordinador del clúster	Gestiona el trabajo del clúster y su relación con la AENI.	1 por clúster
Ingenieros de proyecto	Supervisan el desarrollo técnico de los sistemas aeroespaciales.	5-10 por clúster
Técnicos especialistas	Desarrollo de hardware, software y ensayos de componentes.	10-20 por clúster
Administrativos y gestores	Manejo de documentación, vinculación con otras entidades.	5 por clúster

- ✚ Total estimado de personal en esta fase: 250-300 personas distribuidas en los distintos clústeres.

4. Plan Estratégico para la Fase 3

4.1. Objetivos Específicos

- ✓ Organizar el ecosistema espacial argentino en células de innovación interconectadas.
- ✓ Asegurar que cada clúster tenga una función clara y específica dentro del desarrollo aeroespacial nacional.
- ✓ Optimizar la comunicación y transferencia de conocimientos entre actores clave.
- ✓ Evitar la duplicación de esfuerzos y mejorar la eficiencia en el uso de recursos.

4.2. Hitos y Tiempos Estimados

Hito	Tiempo Estimado	Responsable
Validación de capacidades tecnológicas de cada actor	2 meses	AENI
Definición de clústeres y asignación de objetivos	3 meses	AENI

Publicación del Mapa de Clústeres Tecnológicos Aeroespaciales	4 meses	AENI
Implementación de plataformas digitales para interconexión	6 meses	AENI
Puesta en marcha del trabajo colaborativo entre clústeres	9 meses	AENI y clústeres
Primera evaluación de desempeño de los clústeres	12 meses	AENI

5. Estimación de Costos y Recursos Requeridos

Recurso	Cantidad Estimada	Costo Estimado (USD)
Desarrollo de la plataforma digital de integración	-	1,000,000
Salarios del equipo técnico y administrativo (1 año)	300 personas	7,500,000
Infraestructura y equipamiento	-	5,000,000
Eventos de integración y coordinación	-	500,000
Publicación y difusión del mapa de clústeres	-	200,000
Total estimado	-	14-15 millones

6. Beneficios del Modelo de Clústeres Aeroespaciales

- ✚ Optimización de recursos → Se evita la duplicación de esfuerzos al asignar tareas específicas a cada clúster.
- ✚ Mayor eficiencia en la ejecución de proyectos → Cada agrupación se enfoca en su área de especialización.
- ✚ Desarrollo de sinergias estratégicas → Facilita la transferencia de conocimientos y la cooperación entre actores públicos y privados.
- ✚ Atracción de inversión internacional → Un ecosistema espacial organizado genera confianza en inversores extranjeros.
- ✚ Mayor autonomía en el desarrollo aeroespacial → Se crea una base tecnológica distribuida capaz de sostenerse en el tiempo.

7. Participación Abierta de Instituciones

Las universidades, empresas y centros de investigación que deseen sumarse podrán hacerlo mediante la plataforma digital de la AENI, permitiendo que nuevas entidades se integren al clúster más cercano a sus capacidades.




FASE 4: OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS Y TRANSFERENCIA DE FUNCIONES AL SECTOR PRIVADO

Objetivo: La Fase 4 tiene como finalidad reducir costos operativos, simplificar procesos y fomentar la participación del sector privado en el desarrollo espacial argentino. La meta es que el Estado mantenga una inversión mínima y estratégica, mientras que el sector privado asuma funciones operativas y comerciales, garantizando la sostenibilidad económica del programa aeroespacial.




1. Estrategia de Optimización de Procesos

Para lograr una estructura eficiente y sostenible, se aplicarán estrategias de mejora de procesos en tres niveles:

1.1. Nivel Institucional: Reducción de Carga Administrativa

-  Digitalización de trámites y gestiones dentro de la Agencia Espacial Nacional Integrada (AENI).
-  Automatización de procesos administrativos con inteligencia artificial (IA).
-  Implementación de sistemas de gestión para agilizar la toma de decisiones.

1.2. Nivel Tecnológico: Externalización de Procesos No Estratégicos

-  Manufactura avanzada: Transferencia de la producción de componentes a empresas privadas.
-  Infraestructura y ensayos: Subcontratación de laboratorios y centros de pruebas privados.
-  Desarrollo de software y simulaciones: Delegación de la creación de sistemas operativos de control al sector tecnológico privado.

1.3. Nivel Financiero: Modelos de Negocio y Financiación Privada

- ✚ Creación de un fondo de inversión mixto (Estado + privados) para proyectos espaciales.
- ✚ Incentivos fiscales a empresas que desarrollen tecnologías espaciales.
- ✚ Comercialización de servicios espaciales argentinos (misiones satelitales, telecomunicaciones, acceso a datos de observación terrestre).

2. Implementación de un Modelo de Transferencia de Funciones al Sector Privado

Para que la industria espacial argentina sea autosustentable, es clave definir qué actividades quedarán bajo control estatal y cuáles serán asumidas por el sector privado.

Actividad	Responsable Inicial	Estrategia de Transferencia	Plazo Estimado
Desarrollo de vectores lanzadores	AENI + INVAP + FAdeA	Licencias y joint ventures con empresas privadas	5 años
Producción de satélites y sensores	AENI + CONAE	Empresas privadas gestionan ensamblaje y comercialización	3-5 años
Operación y mantenimiento de infraestructura espacial	AENI + CITEDEF	Externalización a empresas especializadas	3 años
Desarrollo de software aeroespacial	Universidades + Empresas tecnológicas	Proyectos de colaboración público-privada	2 años
Comercialización de servicios espaciales	AENI + ARSAT	Creación de empresas privadas para su explotación	4 años

3. Plan Estratégico para la Fase 4

3.1. Objetivos Específicos

- ✚ Reducir la carga operativa y administrativa del Estado en la gestión del programa espacial.
- ✚ Promover la inversión privada en la industria aeroespacial argentina.

- ✚ Garantizar la competitividad del sector privado en el mercado espacial internacional.
- ✚ Crear un ecosistema de empresas especializadas en distintos sectores del desarrollo aeroespacial.

3.2. Hitos y Tiempos Estimados

Hito	Tiempo Estimado	Responsable	Hito
Digitalización de procesos administrativos en la AENI	6 meses	AENI + universidades	Digitalización de procesos administrativos en la AENI
Implementación de incentivos fiscales a la industria aeroespacial	12 meses	Ministerio de Producción	Implementación de incentivos fiscales a la industria aeroespacial
Definición de las áreas a privatizar y selección de empresas clave	12 meses	AENI + INVAP + FAdeA	Definición de las áreas a privatizar y selección de empresas clave
Lanzamiento del fondo de inversión mixto	18 meses	Gobierno Nacional + Inversores	Lanzamiento del fondo de inversión mixto
Externalización de manufactura y software aeroespacial	24 meses	Empresas tecnológicas	Externalización de manufactura y software aeroespacial
Primera evaluación de impacto de la transferencia al sector privado	36 meses	AENI	Primera evaluación de impacto de la transferencia al sector privado

4. Recursos Humanos y Financieros Requeridos

Para ejecutar esta fase, se requiere un equipo especializado en gestión de negocios, inversión y transferencia tecnológica.

Recurso	Cantidad	Función
Analistas de inversión y financiamiento	5	Creación del fondo de inversión aeroespacial.
Especialistas en gestión de contratos	3	Definición de acuerdos público-privados.
Técnicos en optimización de procesos	5	Mejora de la eficiencia en el ecosistema aeroespacial.

Coordinadores de vinculación empresarial	5	Generación de alianzas con empresas tecnológicas.
Administrativos y expertos en regulaciones	5	Gestión de normativas y legislación aeroespacial.

- ✚ Total estimado de personal en esta fase: 20-25 personas especializadas en gestión y financiamiento.

4.1. Estimación de Costos

Recurso	Costo Estimado (USD)
Desarrollo de plataforma de digitalización de trámites	1,000,000
Fondos de incentivos fiscales para empresas privadas	10,000,000
Creación del fondo de inversión espacial (inicial)	50,000,000
Contratación de expertos en transferencia tecnológica	5,000,000
Implementación de infraestructura para externalización	15,000,000
Total estimado	81-82 millones

5. Beneficios de la Optimización y Transferencia al Sector Privado

- ✚ Reducción de costos para el Estado → La inversión estatal se enfocará solo en áreas estratégicas.
- ✚ Aceleración de la innovación → Empresas privadas podrán avanzar más rápido en desarrollos tecnológicos.
- ✚ Generación de empleo calificado → Crecimiento del sector aeroespacial con nuevas oportunidades laborales.
- ✚ Mayor competitividad en el mercado internacional → Empresas argentinas podrán ofrecer servicios a clientes globales.
- ✚ Sostenibilidad a largo plazo → Se evita la dependencia exclusiva del financiamiento estatal.

6. Estrategia para la Incorporación del Sector Privado

Para garantizar el éxito de la transferencia, se implementarán las siguientes acciones:

- ✚ Convocatoria a empresas tecnológicas → Para que participen en licitaciones y alianzas estratégicas.
- ✚ Creación de parques tecnológicos aeroespaciales → Espacios colaborativos entre startups y empresas consolidadas.
- ✚ Promoción de alianzas con inversores internacionales → Atracción de capital extranjero para el sector.
- ✚ Desarrollo de un hub de innovación aeroespacial → Integración de empresas emergentes en el ecosistema espacial.

7. Participación Abierta del Sector Privado y Universidades

A través de un sistema de adhesión voluntaria, se permitirá que empresas emergentes y universidades sin experiencia previa en aeroespacial participen en proyectos estratégicos, siempre que puedan aportar:

- ✚ Capacidades en desarrollo de software, IA o manufactura avanzada.
- ✚ Infraestructura o capital para la producción de componentes espaciales.
- ✚ Experiencia en sistemas de telecomunicaciones o electrónica de precisión.

FASE 5: INCORPORACIÓN DE TECNOLOGÍAS AVANZADAS Y MEJORA CONTINUA

Objetivo: La Fase 5 tiene como propósito la implementación de tecnologías avanzadas dentro del ecosistema aeroespacial argentino y la mejora continua de procesos. Se priorizará la aplicación de inteligencia artificial (IA), manufactura avanzada, automatización y digitalización en todas las áreas posibles del programa espacial.

El objetivo es que Argentina no solo desarrolle un vector lanzador propio y una industria aeroespacial sustentable, sino que integre tecnologías de vanguardia para maximizar la eficiencia y minimizar costos operativos.

1. Áreas Claves de Aplicación de Tecnologías Avanzadas

Para garantizar un ecosistema aeroespacial eficiente y competitivo, se definirán cinco áreas tecnológicas estratégicas que deben optimizarse mediante la incorporación de herramientas avanzadas:

Área Tecnológica	Tecnologías Aplicadas	Ejemplo de Implementación
Diseño y fabricación de componentes	Impresión 3D, manufactura aditiva, materiales compuestos	Estructuras livianas y resistentes para cohetes y satélites.
Navegación y control	IA para optimización de trayectorias, machine learning en sistemas de guiado	Algoritmos de corrección de rumbo en tiempo real.
Simulación y pruebas	Digital twins (gemelos digitales), simulaciones en entornos virtuales	Modelos digitales de motores y fuselajes antes de construirlos físicamente.
Gestión de misiones y telecomunicaciones	IA en sistemas de telecomunicaciones, automatización en monitoreo de satélites	Sistemas de control automático para misiones satelitales.
Automatización de procesos administrativos y logísticos	Blockchain para trazabilidad, digitalización de documentación	Control de contratos, trámites y certificaciones aeroespaciales.

2. Implementación de un Sistema Nacional de Innovación Aeroespacial

Para estructurar la adopción de estas tecnologías, se propone la creación del Sistema Nacional de Innovación Aeroespacial (SNIA) dentro de la Agencia Espacial Nacional Integrada (AENI).

2.1. Estructura del SNIA

Unidad del SNIA	Responsabilidades
Laboratorio de Innovación Aeroespacial	Desarrollar y probar nuevas tecnologías espaciales.
Centro de Simulación y Digital Twins	Creación de modelos virtuales de componentes espaciales antes de fabricarlos.
Unidad de Optimización de Trayectorias	Aplicación de IA y algoritmos de machine learning en sistemas de guiado.
División de Materiales Avanzados	Investigación y aplicación de nuevos materiales en cohetes y satélites.
Equipo de Automatización de Infraestructura	Desarrollo de sistemas autónomos para pruebas y monitoreo.

- ✚ Cada una de estas unidades contará con equipos multidisciplinarios, integrados por expertos en inteligencia artificial, simulaciones, electrónica, manufactura y software aeroespacial.

3. Plan Estratégico para la Fase 5

3.1. Objetivos Específicos

- ✚ Implementar IA y simulaciones avanzadas en el diseño de vectores y satélites.
- ✚ Integrar manufactura aditiva para reducir costos y mejorar la eficiencia.
- ✚ Desarrollar un sistema de monitoreo y gestión aeroespacial automatizado.
- ✚ Optimizar el uso de datos en tiempo real con inteligencia artificial.
- ✚ Garantizar la evolución constante del ecosistema aeroespacial con una estrategia de mejora continua.

3.2. Hitos y Tiempos Estimados

Hito	Tiempo Estimado	Responsable
Creación del SNIA dentro de la AENI	6 meses	AENI
Implementación de sistemas de IA para análisis de datos	12 meses	SNIA
Desarrollo de modelos de simulación para vectores	18 meses	SNIA + Empresas Privadas
Aplicación de manufactura aditiva en prototipos	24 meses	SNIA + Empresas Aeroespaciales
Optimización de algoritmos de control en lanzadores	30 meses	SNIA
Implementación completa de la automatización de gestión aeroespacial	36 meses	SNIA + Gobierno Nacional

4. Recursos Humanos y Financieros Requeridos

Para la implementación de la Fase 5, se requerirá un equipo técnico altamente calificado, incluyendo licenciados e ingenieros aeroespaciales, especialistas en IA, expertos en manufactura y analistas de datos.

Recurso	Cantidad	Función
Ingenieros en IA y software aeroespacial	10	Desarrollo de algoritmos de control y análisis de datos.
Especialistas en manufactura aditiva	8	Implementación de impresión 3D y materiales compuestos.
Investigadores en simulación y gemelos digitales	6	Desarrollo de modelos de prueba y optimización de sistemas.

Analistas de optimización y automatización	5	Diseño de estrategias de eficiencia en procesos espaciales.
Coordinadores de transferencia tecnológica	4	Integración de innovación en empresas y universidades.

- ✚ Total estimado de personal en esta fase: 30-40 personas especializadas en tecnología avanzada.

4.1. Estimación de Costos

Recurso	Costo Estimado (USD)
Desarrollo del Laboratorio de Innovación Aeroespacial	10,000,000
Equipamiento para manufactura aditiva	15,000,000
Desarrollo de software para simulaciones y IA	8,000,000
Contratación de especialistas en IA, simulaciones y manufactura	7,500,000
Implementación de automatización en gestión aeroespacial	5,000,000
Total estimado	45-50 millones

5. Beneficios de la Incorporación de Tecnologías Avanzadas

- ✚ Reducción de costos operativos → La manufactura aditiva y la IA optimizan recursos y tiempos.
- ✚ Mayor eficiencia en el desarrollo aeroespacial → Simulaciones avanzadas reducen la necesidad de ensayos físicos costosos.
- ✚ Automatización de procesos clave → Desde la gestión de misiones hasta el análisis de datos.
- ✚ Mejora de la seguridad y confiabilidad → Algoritmos avanzados reducen errores humanos en sistemas de navegación.
- ✚ Sostenibilidad a largo plazo → Un ecosistema tecnológico moderno garantiza la competitividad global del sector aeroespacial argentino.

6. Estrategia para la Integración de Empresas y Universidades

Para que la implementación de tecnologías avanzadas sea exitosa, se propone:

- ✚ Creación de consorcios tecnológicos → Empresas privadas y universidades desarrollarán en conjunto nuevas tecnologías espaciales.
- ✚ Acceso a financiamiento para startups → Incentivos para la creación de empresas tecnológicas enfocadas en IA y manufactura aeroespacial.
- ✚ Transferencia de conocimiento entre academia e industria → Programas de formación en simulaciones espaciales, automatización y fabricación avanzada.
- ✚ Internacionalización del sector aeroespacial argentino → Exportación de servicios de simulación y software aeroespacial a otros países.

CONCLUSIÓN

Argentina se encuentra frente a una encrucijada histórica en el desarrollo de su sector aeroespacial. Durante décadas, el país ha demostrado que posee talento, capacidad científica y técnica, e incluso experiencias concretas que lo han situado entre las naciones con potencial para liderar proyectos de alta complejidad tecnológica. Satélites de última generación, sistemas de observación terrestre y logros en telecomunicaciones son testimonios de lo que el ingenio argentino puede alcanzar cuando ciencia, Estado y empresas confluyen en una misma dirección. Sin embargo, ese potencial, lejos de traducirse en una política espacial consolidada, ha permanecido disperso, fragmentado y muchas veces desaprovechado por la ausencia de una estrategia clara, coherente y sostenida en el tiempo.

Este trabajo ha planteado una respuesta integral a esa deuda pendiente: el diseño de un modelo organizativo, estratégico y progresivo que permita convertir a la Argentina en un actor relevante dentro del escenario espacial internacional. La propuesta se estructura en cinco fases, concebidas no como compartimentos estancos, sino como eslabones de una misma cadena de transformación, donde cada etapa construye las bases para la siguiente, asegurando un crecimiento sostenido y autosustentable del ecosistema aeroespacial.

La Fase 1 sienta el cimiento institucional con la creación de la Agencia Espacial Nacional Integrada (AENI), organismo rector que articula los esfuerzos dispersos y ofrece un marco de gobernanza ágil, matricial y descentralizado. A través de ella, se establece una visión compartida de país que no solo incluye a los actores ya consolidados, sino que abre la puerta a nuevas instituciones, universidades y empresas que, sin tener experiencia directa en el sector, poseen capacidades tecnológicas transferibles al ámbito espacial. Este gesto inclusivo es estratégico: amplía la base de participación, democratiza el acceso y potencia el impacto del desarrollo nacional.

La Fase 2 implica un mapeo exhaustivo y sistemático de las capacidades nacionales, consolidado en un Registro Nacional del Sector Aeroespacial. Este inventario no es un simple listado, sino una herramienta de gestión estratégica que permitirá detectar capacidades ociosas, eliminar duplicaciones, focalizar recursos y orientar a cada actor hacia un rol específico dentro de la estrategia global. Por primera vez, Argentina podría contar con una radiografía completa de su potencial aeroespacial, transformando la dispersión en sinergia.

En la Fase 3, el plan da un paso crucial: la conformación de clústeres territoriales y células de especialización por competencias. Al distribuir la actividad por regiones y organizarla en torno a nodos temáticos —software en Buenos Aires, manufactura en Córdoba, telecomunicaciones en Neuquén, química avanzada en Rosario—, se favorece la descentralización, se optimiza el uso de infraestructura existente y se genera un ecosistema federal que integra al país en su conjunto. La innovación deja de ser un fenómeno aislado y se convierte en una red territorial de conocimiento, producción y colaboración.

La Fase 4 redefine el rol del Estado y del sector privado en el ecosistema aeroespacial. El primero asume la responsabilidad de marcar la visión, garantizar la seguridad estratégica y supervisar los procesos críticos, mientras que el segundo se convierte en el protagonista de la producción, integración y operación de tecnologías. La transferencia progresiva de funciones hacia las empresas nacionales no solo reduce costos y evita burocracias, sino que fomenta la aparición de un mercado aeroespacial competitivo, dinámico y abierto a la inversión. Se pasa de un modelo estatal centralizado a uno mixto y autosustentable, donde la innovación se convierte en motor de crecimiento económico y de generación de empleo de alta calificación.

La Fase 5 consagra el salto tecnológico y cultural que el país necesita: la incorporación sistemática de tecnologías avanzadas como inteligencia artificial, manufactura aditiva, gemelos digitales y automatización de procesos. Este componente de innovación continua no solo permitirá optimizar tiempos, reducir costos y mejorar la calidad de los desarrollos, sino que también garantizará que Argentina no se quede rezagada frente a la velocidad del cambio tecnológico global. La creación del Sistema Nacional de Innovación Aeroespacial (SNIA) dentro de la AENI será la garantía de que el ecosistema se mantenga actualizado, competitivo y preparado para los desafíos del futuro.

La implementación de esta estrategia traerá beneficios concretos y tangibles:

Un sector privado fortalecido y plenamente integrado en la cadena de valor aeroespacial.

Una reducción significativa de los gastos estatales, acompañada por una mayor eficiencia en el uso de los recursos públicos.

La generación de empleo altamente calificado y la formación de nuevas generaciones de profesionales en ciencia y tecnología.

El posicionamiento de Argentina como líder regional en el ámbito aeroespacial y su proyección como proveedor global de soluciones tecnológicas.

Pero más allá de los indicadores técnicos y económicos, lo que está en juego es mucho más profundo: es la posibilidad de que Argentina retome un lugar en el concierto de las naciones que miran hacia el espacio no solo como destino, sino como plataforma para su desarrollo soberano. Este plan no busca repetir los errores del pasado ni quedarse en promesas incumplidas; busca construir, con los pies en la tierra y la mirada en el cielo, un camino claro, progresivo y alcanzable hacia la independencia tecnológica y la competitividad global.

El desafío es enorme, pero también lo es el talento argentino. Si se logra alinear la visión estratégica con la capacidad de gestión, si se logra consolidar la cooperación entre el Estado, la academia y el sector privado, entonces Argentina podrá transformar su potencial en realidad. El espacio, símbolo por excelencia de lo inalcanzable, puede convertirse en el terreno donde nuestro país demuestre que no hay fronteras insuperables cuando existe planificación, compromiso y unidad de propósito.

Así, este trabajo no pretende ser un punto final, sino un punto de partida: una hoja de ruta para que Argentina conquiste no solo el espacio exterior, sino también un futuro de innovación, desarrollo y soberanía tecnológica.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Historia de la Actividad Espacial en Argentina – Pablo de León.2018.-

[2] Programa científico tecnológico de investigación y desarrollo de la UNR “Programa Científico Tecnológico de Investigación y Desarrollo de Vehículos Aéreos no Tripulados de la Universidad Nacional de Rosario (PCTID-VANT-UNR)”.2020.-

[3] Manual de metodologías – Ruth Sautu, Paula Boniolo, Pablo Dalle, Rodolfo Elbert. 2005.-

[4] Temas de metodologías de investigación – Carlos A. Borsotti.-

[5] Mejoras en productividad en un mundo cambiante, presentación de Michael Gollschewski, director ejecutivo de Pilbara Mines, Rio Tinto, julio 13, 2015. -

[6] Rich Evans and Jim Gao, DeepMind AI reduces energy used for cooling Google data centers by 40%, Google, blog post, July 20, 2016.-

[7] João Bueno, Yran Bartolomeu Dias, Alexandre Sawaya, Jorge Valadas. “End-to-end digitization for securities services,” McKinsey on Payments, September 2014. -

[8] Barack Obama: Self-driving, yes, but also safe,” Pittsburgh Post-Gazette, September 19, 2016.-

[9] Ciencia, tecnología e innovación en la Argentina - Una perspectiva territorial y federal - Equipo de trabajo de la oficina de la CEPAL en la Argentina y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Argentina - Publicación de las Naciones Unidas LC/TS.2023/151. (<https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/estudio-de-la-dinamica-economica-en-la-configuracion-del-modelo-deseado-.pdf>).-

[10] Tesis de Maestría - Estrategias para el Poder Espacial Argentino - Una Visión del Futuro – Lic. Martin Lucero (abril 2024).-

[11] Mckinsey Global Institute – “Un futuro que funciona: automatización, empleo y productividad” – 2017.-