

“El impacto de la tecnología espacial en el desarrollo sostenible y las políticas de desarrollo en Latinoamérica: el caso de Costa Rica”

Willy Pineda Lizano
Jorge Oguilve Araya
Juan I. Del Valle Gamboa

Introducción

Toda política de desarrollo debe fundamentarse en un conjunto de ideas y decisiones con respecto al papel de la sociedad, el Estado, la economía y los recursos ambientales disponibles en la búsqueda del progreso y el beneficio común de las generaciones actuales y futuras. La disponibilidad eficiente de información adecuada, veraz y precisa es un factor clave para elaborar políticas exitosas de desarrollo y fundamentar la toma de decisiones en cuanto a los programas de sostenibilidad proyectados por el Estado y los diversos actores sociales y económicos.

La crisis ambiental global en todas sus dimensiones (e.g. degradación de los recursos naturales, rápido crecimiento demográfico, impacto de los procesos productivos, agotamiento del recurso hídrico, pérdida de la biodiversidad) ha repercutido fuertemente en el diseño, la forma y la estrategia de los programas de desarrollo mundial. En múltiples países se ha respondido a lo anterior por medio de la promoción de lineamientos que estimulen y gobiernen la conservación y la recuperación de los recursos naturales para su uso humano posterior. Uno de los pilares fundamentales dentro de la planificación y estructuración de estas acciones es la promoción, el desarrollo, el uso y la validación de nuevas e innovadoras tecnologías, técnicas, disciplinas, áreas de investigación y aplicación. Este es el caso particular de la investigación aeroespacial.

La posibilidad de observar y estudiar nuestro planeta desde la órbita terrestre introdujo profundos cambios en la forma en que los seres humanos conceptualizamos nuestra vida en la Tierra, nuestras relaciones con los demás seres vivos y con el medio ambiente que nos rodea. Las primeras imágenes terrestres enviadas desde las sondas espaciales tuvieron el efecto trascendente de mostrar al mundo de una forma unitaria y global que pocos habían imaginado hasta entonces.

Es por esto que el presente trabajo tiene como objetivo realizar un análisis del impacto de las distintas posibilidades y oportunidades que brindan las tecnologías espaciales en las políticas de desarrollo sostenible, enfocándose en el caso particular de Costa Rica y su extrapolación a otras realidades latinoamericanas. Además, se discute la importancia de desarrollar una

capacidad local en investigación y desarrollo en este campo particular como parte de las políticas de desarrollo tecnocientífico, a pesar de ser el país parte del denominado tercer mundo y no ha estado tradicionalmente ligado a la investigación aeroespacial.

Objetivo General

Mostrar las posibilidades y oportunidades que brinda la investigación aeroespacial en las políticas de desarrollo sostenible actual de los países latinoamericanos con énfasis en Costa Rica.

Objetivos Específicos:

1. Describir el potencial impacto económico, científico y social de la investigación aeroespacial en las políticas de desarrollo sostenible actual de los países latinoamericanos con énfasis en Costa Rica, mediante actividades espaciales “orientadas hacia la tierra” y actividades “orientadas hacia el espacio”.
2. Sugerir y priorizar elementos de una política sinérgica e integral de investigación aeroespacial acorde a las realidades sociales, económicas y científicas de los países latinoamericanos, con énfasis en Costa Rica.

Metodología

Para la elaboración del presente estudio, se utilizaron las siguientes estrategias metodológicas:

1. Revisión y análisis de la literatura científica y social disponible para identificar el estado actual del sector aeroespacial en Costa Rica;
2. Recopilación y clasificación de la información sobre las políticas gubernamentales actuales con respecto a este sector, específicamente en las áreas de ciencia y tecnología; .
3. Elaboración de recomendaciones respecto a las políticas gubernamentales para solventar los faltantes detectados en el diagnóstico, según la investigación y revisión de literatura previa.

Marco Teórico

I. Políticas de Desarrollo Sostenible y la Investigación Aeroespacial

Una de las condiciones necesarias y fundamentales en la consolidación de las actividades sostenibles actuales y futuras de las sociedades humanas es la disponibilidad de información relevante, veraz y eficiente para la toma de decisiones. Cualquier política local que esté alineada con objetivos que aporten a la sostenibilidad es importante, sin embargo dicho esfuerzo no es condición suficiente para lograr una tendencia que garantice la supervivencia humana global, al ritmo de crecimiento que experimenta el planeta. Usualmente las iniciativas de desarrollo y la información generada a partir de ellas son de un alcance muy corto que no permite estudiar correlaciones globales, tanto geográficas como temporales y mucho menos su evolución. Por lo tanto emerge ante los tomadores de decisiones de las sociedades actuales el reto de no sólo cuantificar los efectos de las políticas y esfuerzos sostenibles a nivel local, sino de entender cómo se interrelacionan estos efectos en una escala planetaria. Simbólica, técnica y conceptualmente, uno de los campos que nos permite observar y estudiar la biosfera de forma unificada es la ciencia aeroespacial.

El planteamiento y ejecución de políticas de desarrollo sostenible debe iniciar con un diagnóstico *a priori* de los efectos de la actividad humana sobre los diversos sistemas, para que una vez implementadas, las políticas sean evaluadas *a posteriori* con el estudio de los efectos producidos sobre el sistema estudiado. Es aquí en donde las ciencias aeroespaciales pueden ser utilizadas para realizar funciones de establecimiento de condiciones previas, validación de efectos, predicción y retroalimentación. Algunos ejemplos de áreas con altas necesidades de información que pueden verse beneficiadas con la implementación de análisis aeroespacial son el impacto de las actividades antropogénicas, la expansión urbana en la biodiversidad, la contaminación por desechos sólidos, líquidos y gaseosos, tasas y zonas de deforestación y regeneración natural de los sistemas forestales ([1]). Aún más, las tecnologías espaciales pueden actuar con un papel menos pasivo, por medio de actividades tales como la limpieza de basura orbital y actividades de minería espacial en sustitución de la terrestre.

En América Latina, existen países que han reconocido la importancia de este campo y han adoptado iniciativas en esa dirección. Paradójicamente, a pesar de que Costa Rica “es sumamente afectada socioeconómicamente por desastres originados por causas naturales” los entes rectores “no han considerado las ciencias técnica, metodológica y conceptualmente involucradas en su análisis como áreas prioritarias para el país, lo que indica que los recursos no siempre se distribuyen teniendo en cuenta la relevancia para Costa Rica. Esto ocurre en Costa Rica a pesar de que a nivel internacional temas como el cambio climático y el recurso hídrico son considerados prioritarios y sumamente relevantes” ([1]). Debe acotarse que en la época en que vivimos, denominada por algunos autores como el *antropoceno* ([2]

) empieza a existir una dificultad en la clasificación de los desastres, precisamente por la falta de conocimiento de la evolución de los factores físicos y sus efectos. En otras palabras, actualmente un desastre “natural” podría realmente ser una consecuencia de variaciones en el entorno provocadas por el hombre, sin que éste sea consciente.

Algunos ejemplos de actividades en que las ciencias aeroespaciales tienen un efecto directo en la recolección de datos, procesamiento, análisis, toma de decisiones y ejecución de actividades alineadas al desarrollo sostenible, junto con ejemplos de su aplicación en el caso particular de Costa Rica, son los siguientes:

- Actividades de soporte a la toma de decisiones “orientadas hacia la tierra” por sensado y observación remota:
 - Meteorología;
 - Uso de la tierra, estudios de la cobertura boscosa, reforestación, restauración ecológica ([3]), impacto de actividades agrícolas y agroecosistemas, expansión y desarrollo urbano y de la frontera agrícola;
 - Estudios sobre biodiversidad, biogeografía, extinciones, desplazamiento y migración de especies, análisis de colonización e invasión de especies en nuevos hábitats ([4], [5], [6]);
 - Oceanografía, monitoreo de condiciones fisico-químicas de corrientes oceánicas, pesquería;
 - Análisis atmosférico, monitoreo de condiciones físicas en la atmósfera, prevención de desastres y
 - Análisis de la distribución biogeográfica de vectores de transmisión de enfermedades, epidemias, enfermedades emergentes, y expansión urbana, pandemias ([7]).

- Potenciales actividades de ejecución “orientadas hacia el espacio”, alineadas al desarrollo sostenible local y global:
 - Minería en asteroides en sustitución de la minería terrestre. ([8]);
 - Remoción de basura espacial en órbita;
 - Desviación de asteroides en trayectorias terrestres y
 - Utilización terrestre de tecnologías desarrolladas para el espacio: generación eléctrica por energía solar, superconductividad.

II. El desarrollo sostenible y la perspectiva de la tecnología aeroespacial: ejemplos específicos.

La tecnología, el desarrollo y la investigación aeroespacial son disciplinas de aparición reciente que han experimentado un acelerado desarrollo en los últimos 40 años, incursionando en una gran variedad de campos como la transmisión de señales comerciales, científicas y militares, así como la observación y estudio de fenómenos celestes y terrestres, la investigación científica de la biosfera, estudios de materiales y procesos y un sinnúmero de otras aplicaciones. Actualmente, existen en la órbita terrestre una gran cantidad de satélites artificiales dedicados exclusivamente al estudio y monitoreo de la Tierra ([9]). Los datos que producen son relevantes a la hora de observar fenómenos ambientales y de desarrollo humano, por las condiciones privilegiadas del punto de observación. Entre las ventajas principales que tiene la observación de fenómenos planetarios desde el espacio se pueden destacar:

1. Escalas en las observaciones imposibles de lograr mediante otras tecnologías;
2. Geolocalización de la información de forma fácil;
3. Capacidad de estudiar la evolución de las variables en función del tiempo y
4. Posibilidad de observar una misma región a través de diferentes longitudes del espectro electromagnético, de manera que se pueden analizar distintas variables según la técnica de análisis utilizado.

El informe Estrategia Siglo XXI [14] indica que existen diversos temas de sostenibilidad que son importantes de administrar. Los autores de este artículo creemos que las tecnologías aeroespaciales pueden ser actores en cada una de ellas, ya sea como proveedores de información o como proveedores de invenciones de “segundo uso”. Se esperaría un aporte en:

1. Mejorar el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales en la producción de bienes y servicios;
2. Desarrollar tecnologías para el manejo de desechos sólidos, incluyendo nuevas alternativas para el reciclaje y recuperación de productos;
3. Desarrollar tecnologías y procesos innovadores para el manejo de desechos líquidos y la generación de subproductos para su utilización en procesos de producción de bienes y servicios;
4. Aportar conocimientos y tecnologías para la recuperación efectiva de las cuencas hidrográficas que sustentan la conservación de suelos, agua y biodiversidad;
5. Desarrollar tecnologías para la producción de energías alternativas y renovables;
6. Desarrollar tecnologías para disminuir o contrarrestar la contaminación del aire y la contaminación del agua;
7. Desarrollar tecnologías para la producción limpia y
8. Impulsar tecnologías para mejorar los procesos de planificación rural y urbana.

Resultados

I. La investigación en tecnologías del espacio: relación con las políticas de desarrollo nacionales

Los anteriores ejemplos muestran cómo la tecnología espacial es capaz de brindar información sobre el estado de variables ambientales y socioeconómicas desde una perspectiva única e inaccesible antes de su desarrollo.

Sin embargo, la mayoría de los países latinoamericanos, Costa Rica incluida, se han limitado en a ser simples consumidores de esta información pues se ven obligados a adquirirla de proveedores extranjeros; pocos son los países que han incursionado en el diseño e implementación de tecnología espacial. Cabe destacar los casos de México, Chile, Argentina, Brasil, Colombia y Venezuela pues son los únicos países latinoamericanos que han puesto en órbita satélites artificiales. La mayoría de estos casos fueron satélites de telecomunicaciones y no con fines de investigación.

En el caso específico de Costa Rica, el fomento a la investigación y desarrollo de tecnología aeroespacial está específicamente definido como parte de las políticas oficiales de desarrollo mediante la creación del incipiente Concejo Nacional de la Industria Aeroespacial ([15]). Adicionalmente, el actual Plan Nacional de Desarrollo promueve forjar "un desarrollo más seguro, liderado por la innovación, la ciencia y la tecnología, fortalecido por la solidaridad y comprometido con la sostenibilidad ambiental" ([11]). Dicho documento, que esboza la política de desarrollo del gobierno actual, está estructurado alrededor de cuatro ejes fundamentales. Uno de ellos es la competitividad y la innovación. El capítulo dedicado a este tema plantea el objetivo de lograr una tasa de crecimiento de la producción nacional de entre el 5% y el 6% al finalizar el periodo planteado (año 2014), basándose en varias áreas claves entre las cuales la innovación es una de ellas. Se señala al Ministerio de Ciencia y Tecnología como ente rector del área, y se le encarga la responsabilidad de elaborar un "Marco de Acción Prioritaria" el cual "comprende Ciencias de la Tierra y del Espacio, Energías Alternativas, Nuevos Materiales, Capital Natural, Biotecnología, Salud y Tecnologías Digitales" ([11]).

El citado Ministerio de Ciencia y Tecnología es el coordinador del llamado "Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología para la Innovación" (SCTI). Este incluye a diversos elementos de la administración pública, desde la Asamblea Legislativa y el Poder Ejecutivo, pasando por el Ministerio de Ciencia y Tecnología y su brazo ejecutor el Consejo Nacional para las Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) quienes coordinan a una serie de ministerios del gobierno, centros de investigación y se relacionan con el sistema nacional de educación universitaria. El organigrama del SCTI se muestra en la Figura 1.

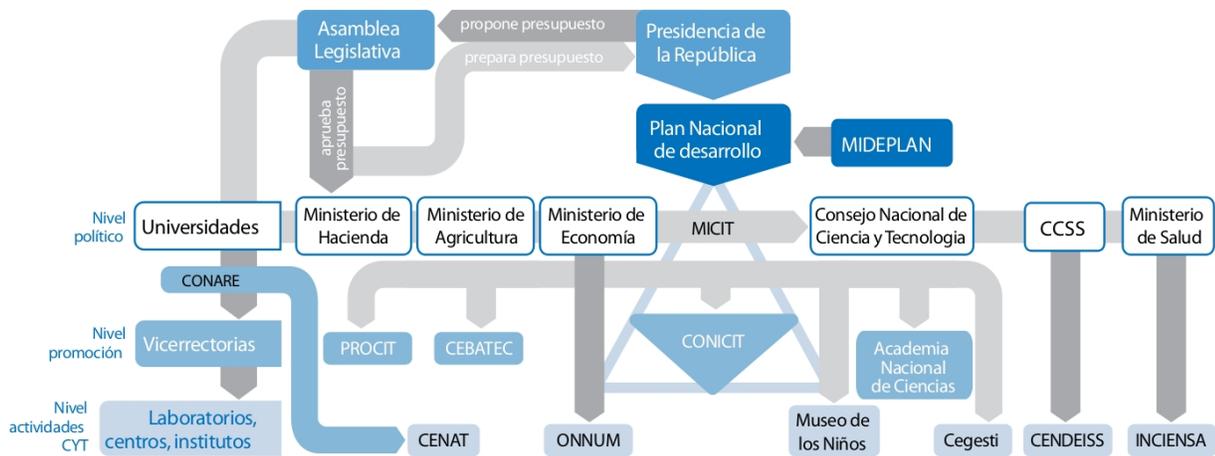


Figura 1. Organigrama del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología para la Innovación de Costa Rica ([12]).

Las acciones necesarias en este campo ya habían sido señaladas por la Estrategia Siglo XXI, en la cual existen menciones acerca de la problemática en los recursos del estado asignados a ésta área, recomendando aumentar el recurso humano altamente capacitado en ellas. ([14])

El Plan Nacional de Desarrollo detalla que una meta clara del trabajo en dichas áreas es "la formación de recursos altamente calificados, promover las actividades de investigación y desarrollo, reforzar la infraestructura científico-tecnológica e impulsar la innovación y la transferencia de conocimientos al sector empresarial" ([11]). Son precisamente estos últimos dos aportes los que más caracterizan a los esfuerzos de inversión y desarrollo en alta tecnología, incluyendo las ciencias del espacio: los campos que involucran los mayores retos tecnológicos son semilleros de ideas innovadoras que comúnmente encuentran aplicaciones diversas dentro de los sectores productivos y sociales.

II. Impacto de incentivar la tecnología espacial en el fomento de políticas sostenibles de desarrollo: el caso de Costa Rica

La presencia en Latinoamérica de industrias de alta tecnología, particularmente en el área aeroespacial, ha estado limitada en muchos casos a plantas de ensamble de componentes menores o a la fabricación de partes. La industria aeroespacial se caracteriza por regirse por estrategias diferentes a otros sectores, las cuales incluyen una reorganización muy planificada, una visión estratégica de su propio desarrollo, una concentración geográfica, una alta inversión y el papel central por parte del Estado ([10]).

En el caso de Costa Rica, AlgoraÑaz et al ([13]) ratifican que existe ya un incipiente sector aeroespacial compuesto por diversos elementos entre los que destacan:

- Empresas de manufactura que fabrican componentes y piezas para los sectores de

aviación y telecomunicaciones;

- Empresas de análisis y diseño de ingeniería especializadas en servicios a los sectores de manufactura o específicamente a sectores aeroespaciales y
- Empresas de mantenimiento de aviones y servicios a las aerolíneas.

Sin embargo, las políticas de desarrollo científico y tecnológico no han enfatizado particularmente un avance coordinado en estos campos, como puede concluirse del diagnóstico realizado por el proyecto "Estrategia Siglo XXI" ([1]).

Con respecto al impacto que estas actividades pudiesen tener, Algoraño et al [13] recomiendan "importante que el clúster aeroespacial no sea una fuente de agotamiento de recursos naturales, sino que al contrario, se desarrollen partes y componentes aeroespaciales que sean amigables con el ambiente y no presionen los recursos naturales limitados. Esto es determinante en primer lugar para desarrollar una cultura de innovación que sea saludable para el clúster y en segundo lugar una cultura de optimización de recursos que a largo plazo haga más eficiente al clúster".

Es importante mencionar que Costa Rica tiene una gran oportunidad de diferenciarse en este campo con respecto a otros países que ya tienen sus "clusters" establecidos. Primeramente, en algunos países el aspecto militar es de alta importancia en el sector aeroespacial, como por ejemplo el caso consolidado de Estados Unidos y el caso emergente de Brasil, representando un alto porcentaje de su comercio. La estrategia de nuestro país debe por lo tanto estar orientada únicamente a las aplicaciones civiles, permitiendo aportar el marco pacífico que siempre nos ha caracterizado, al mismo tiempo que se evita competencia con los "clusters" ya formados y especializados en dichas áreas militares y creando finalmente la base para la cooperación internacional en cuanto a las aplicaciones de carácter científico y ambiental que demuestren los alcances de la innovación costarricense.

Con respecto a la sostenibilidad, una muestra de compañías norteamericanas de gran tamaño en el sector ha demostrado su carencia en el reporte de prácticas de sostenibilidad en comparación con sus contrapartes europeas ([16]). En el caso del sub-sector de la aviación, su impacto en aspectos como el cambio climático se ve como una amenaza a la industria, a pesar de que contribuye únicamente con un 3% de las emisiones de carbono ([17]). A diferencia del ejemplo norteamericano, en el caso brasileño, fuertemente dominado por Embraer (empresa aeroespacial más grande de Brasil y número 28 en forma global en ese país) se han realizado esfuerzos para el crecimiento sostenible, lo que les ha sido reconocido mediante su inclusión en el Dow Jones Sustainability Index ([18], [19]).

En el año 2000, la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos de la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) realizó, en conjunto con la Federación Astronáutica Internacional un curso práctico titulado "Estrategia operacional para el desarrollo sostenible mediante la tecnología espacial" ([20]). Dicho seminario incluyó participaciones de diversos países alrededor del mundo, incluyendo una gran participación

de representantes de las agencias espaciales de países en vías de desarrollo. Dentro de las propuestas discutidas, destacan las siguientes por su posible aplicación al caso de Costa Rica:

- Utilización de imágenes satelitales en combinación con sistemas de información geográfica (SIG) con el fin de monitorear el uso de los recursos naturales y ambientales, y la planificación urbana;
- Utilización de aplicaciones de teleobservación para el monitoreo climático y el estudio de la producción agrícola, con fines de predicción de los rendimientos de las cosechas y el aprovechamiento de las tierras;
- Combinación de aplicaciones de teleobservación satelital con estudios de campo en sitio para determinar el impacto de diversas políticas de sustitución de cultivo sobre los ecosistemas de la zona afectada.

Dicho seminario de la ONU también incluyó ponencias por parte de organismos financieros detallando los mecanismos disponibles mediante los cuales los países podrían ejecutar proyectos de esta envergadura. Los altos costos de implementación incluso para proyectos que solamente desean consumir información provista por aplicaciones de la tecnología espacial, son usualmente uno de los obstáculos más difíciles de superar para su puesta en marcha. El consenso de los sectores públicos y privados y la existencia de políticas nacionales de desarrollo e inversión en dichas tecnologías son factores claves para el aprovechamiento de las ventajas que ofrece este sector. Precisamente este último factor -las características de las políticas nacionales de desarrollo necesarias- es el objeto de estudio del presente ensayo.

A pesar de que en Costa Rica existe un incipiente sector de manufactura que produce para la industria aeroespacial, el país no debería centralizar su política de desarrollo en sólo este aspecto sino que se debe enfocar primeramente en la generación de tecnología de valor agregado por medio de la investigación y el desarrollo. Esto permitiría junto con un programa de producción industrial de elementos aeroespaciales “verdes” minimizar el impacto ambiental e imprimir políticas autóctonas de diseño orientadas al desarrollo sostenible. En otras palabras, no se debe visualizar al país como un productor de tecnología importada como lo hace ahora con otros “clusters”, sino que deben establecerse políticas que fortalezcan e incentiven la generación de propiedad intelectual autóctona y que permitan garantizar con autonomía la forma en que este desarrollo contribuirá al desarrollo sostenible del país. Este enfoque diferenciador incluso tiene el potencial de aumentar el valor agregado de la tecnología producida.

III. Prioridades de un programa de desarrollo de la industria aeroespacial costarricense con aportes al desarrollo sostenible

Costa Rica es una nación con un desarrollo incipiente en el campo de la investigación y el desarrollo aeroespacial. Sin embargo es evidente que existe ya una infraestructura institucional básica que puede apoyar el desarrollo de este campo (el "Sistema Nacional de Ciencia

y Tecnología para la Innovación"). Además existe un sector empresarial pequeño pero consolidado que participa en algunos niveles de la cadena de producción en este campo y existen planes concretos para atraer mayor inversión con el fin de establecer un "clúster" de empresas del sector, similar a como se ha hecho con otras áreas de la industria.

Algunas áreas pendientes de desarrollar dentro de las políticas nacionales de desarrollo tecnológico son:

- Identificar los segmentos claves de esta industria en la cual el país tiene buenas oportunidades de desarrollar tecnología e innovación, para enfocar los esfuerzos hacia los mismos;
- Incrementar la inversión estatal en el desarrollo de profesionales en investigación aeroespacial;
- Fomento explícito al desarrollo de investigación aeroespacial a través de centros estatales, universidades, empresas privadas o centros de investigación;
- Conexión de los grupos de trabajo transdisciplinarios en cuanto a la aplicabilidad de la tecnología aeroespacial en otros campos. Este punto es fundamental para maximizar y enfocar el retorno de inversión hacia el desarrollo local y la solución de problemas propios del país;
- Apertura, promoción y establecimiento de condiciones económicas y comerciales aptas para la llegada y consolidación de empresas de investigación aeroespacial;
- Consolidar los procesos de investigación aeroespacial vigentes en el país, proveyendo mecanismos de financiamiento, articulación y comunicación entre los mismos;
- Buscar y fomentar alianzas estratégicas con otros países de la región cuya capacidad tecnológica en este campo sea similar o superior al caso costarricense y;
- Potenciar la oferta y promoción de los productos del "clúster", posicionándolo como centro de desarrollo, de políticas, productos y procesos sostenibles.

Es por lo tanto responsabilidad de todas las instituciones y empresas vinculadas con este campo coordinar los esfuerzos necesarios para articular estas metas y desarrollar el sector contribuyendo a la sostenibilidad y la productividad del país. Adicionalmente, su estrategia deberá centrarse en la diferenciación con respecto a potencias ya existentes en el mismo, por medio del enfoque en el mercado de aplicaciones pacíficas y su alto componente de Investigación y Desarrollo, paralelo a las prácticas de manufactura que por medio de ejemplos como el caso brasileño, han demostrado que pueden ser sostenibles a pesar de su escala.

Conclusión

El sector de tecnología espacial posee la capacidad de impactar el desarrollo de un país y sus políticas de sostenibilidad debido fundamentalmente a tres razones:

- La existencia de aplicaciones directas de dicha tecnología al análisis o mitigación de situaciones particulares de relevancia nacional, como las aplicaciones de monitoreo de recursos naturales, telecomunicaciones, rastreo satelital, y otras.
- Dada la alta exigencia tecnológica que demandan estas aplicaciones, el desarrollo de este sector potencia la capacidad de los sectores industrial y académico del país, beneficiando simultáneamente al resto de la economía nacional. Esta característica es común a todos los sectores que trabajan con alta tecnología, sin embargo la industria espacial posee un nicho de mercado muy específico que incentiva la innovación y la utilización de tecnología de punta. Es por esto que el sector espacial tiene la capacidad de liderar los esfuerzos de investigación e innovación de un país, y ramificar su impacto a otros segmentos.
- La alta exigencia tecnológica provoca que los productos de este sector tengan un alto valor agregado. Esto abre una oportunidad para países cuya economía esté orientada hacia la explotación del conocimiento y la innovación, pues tienen la posibilidad de incursionar en el mercado a través de la capacidad técnica e intelectual de su fuerza laboral, y no necesariamente a través de actividades intensas de manufactura a gran escala.

Para el caso de un país en desarrollo como Costa Rica, el apostar por esta industria conlleva un compromiso a nivel nacional que agrupa a sectores públicos y a la empresa privada, dado el nivel de inversión así como la larga duración de los proyectos. El país está bien posicionado para aprovechar los beneficios que dicho esfuerzo traería, puesto que cuenta con la base institucional necesaria y personal capacitado que ya ha demostrado su idoneidad en otros sectores industriales relacionados con la tecnología.

El desarrollo de la industria espacial en el país no excluye la necesidad de estimular otros sectores claves del desarrollo tecnológico como las energías renovables, los sistemas de transporte sostenibles o el avance de las prácticas agrícolas locales; más bien, todos estos esfuerzos deben coordinarse y beneficiarse con la aparición de las aplicaciones transdisciplinarias que son frecuentes en dichos campos. En este aspecto, será clave la labor que realicen los entes rectores del sector tecnológico (ministerios e iniciativas privadas) para afianzar la comunicación entre los diversos grupos de investigación y estimular mecanismos eficientes de transferencia de tecnología.

Referencias Bibliográficas

- [1] Macaya, G, & Cruz, A. **Proyecto Estrategia Siglo XXI. La Ciencia y la tecnología en Costa Rica: aportes para su diagnóstico** (Vol III) San José: Fundación Costa Rica Estados Unidos de América para la Cooperación. 2006.
- [2] Crutzen, P. (s. f.). **"The Anthropocene"** Recuperado de <http://www.mpch-mainz.mpg.de/~air/anthropocene/>
- [3] Calvo-Alvarado, J. et al. **"Deforestation and forest restoration in Guanacaste, Costa Rica: Putting conservation policies in context"**. Forest Ecology and Management. Vol. 258, 2009. Págs. 931-940.
- [4] Turner, W. et al. **"Remote sensing for biodiversity science and conservation"**. TRENDS in Ecology and Evolution. Vol. 18, no. 6. 2003. Págs. 306-314.
- [5] Carey, C. et al. **"Amphibian declines and environmental change: use of remote-sensing data to identify environmental correlates"**. Conservation Biology. Vol. 15, no. 4. 2001. Págs. 903-913.
- [6] Pounds, J.A. et al. **"Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming"**. Nature. Vol. 439. 2006. Págs. 161-167.
- [7] Kalluri, S. et al. **"Surveillance of arthropod vector-borne infectious diseases using remote sensing techniques: a review"**. Public Library of Science (PLoS) Pathogens. Vol. 3, no. 10. 2007. 1361-1371.
- [8] Gerlach, C.L. **"Profitably Exploiting Near-Earth Objects"**. Proceedings of the 2005 International Space Development Conference. National Space Society. 2005.
- [9] Roughgarden, J. et al. **"What does remote sensing do for ecology?"** Ecology, Vol. 72, No. 6. 1991. Págs. 1918-1922.
- [10] Carrillo, J. y A. Hualde. "Potencialidades y limitaciones de sectores dinámicos de alto valor agregado: la industria aeroespacial en México". En **"Trabajo, empleo, calificaciones profesionales, relaciones de trabajo e identidades laborales"**. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. Buenos Aires, 2009.
- [11] Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica de Costa Rica. **"Plan Nacional de Desarrollo 2011-2014"**. 2010.
- [12] Bermúdez Mora, J.C. **"Gestión de la innovación total en el sector público para la articulación del SCTI"**. Publicado en *"Estrategia 2050"*, volumen 02. Asociación

- [13] Algarañaz, L. et al (2011). **Condiciones y Oportunidades para el Desarrollo de la Industria Aeroespacial en Costa Rica (No. 1)** Alajuela, Costa Rica: Instituto Centroamericano de Administración de Empresas (INCAE).
- [14] Macaya, G. (2006). **Proyecto Estrategia Siglo XXI. Visión de la ciencia y la tecnología en Costa Rica: una construcción colectiva Vol II (No. 1)** San José, CR: Fundación Costa Rica Estados Unidos de América para la Cooperación.
- [15] Ministerio de Ciencia y Tecnología (2011, 22 de Abril). **Ministerio de Ciencia y Tecnología presidirá Consejo Nacional de Industria Aeroespacial Ministerio de Ciencia y Tecnología**. Recuperado de <http://www.micit.go.cr/index.php/comunicados-de-prensa/461-micit-presidira-consejo-nacional-industria-aeroespacial.html>
- [16] Hurst, N. (2004). **Corporate Ethics, Governance and Social Responsibility: Comparing European Business Practices to those in the United States**. Recuperado de http://www.scu.edu/ethics/publications/submitted/hurst/comparitive_study.pdf
- [17] Northwest Aerospace Alliance (2007). **The Aerospace Cluster Strategy 2007 to 2017** . Recuperado de <http://www.nwda.co.uk/pdf/The%20Aerospace%20Cluster%20Strategy%202007%20Issue%201%20Oct%2007.pdf>
- [18] Embraer (2002). **Embraer is selecter world leader in aerospace sector for Dow Jones Sustainability World Index**. Recuperado de <http://www.embraer.com/en-US/ImprensaEventos/Press-releases/noticias/Pages/EMBRAER-E-LIDER-MUNDIAL-DO-SETOR-AEROSPACIAL-PELO-DOW-JONES-SUSTAINABILITY-WORLD-INDEX.aspx>
- [19] Dow Jones (2011). **Dow Jones Sustainability Indexes**. Recuperado de http://www.sustainability-index.com/djsi_protected/djsi_world/components/SAM_DJSIWorld_Components.pdf
- [20] **Informe sobre el curso práctico de las Naciones Unidas y la Federación Astronáutica Internacional sobre "Estrategia operacional para el desarrollo sostenible mediante la tecnología espacial"**. Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos, Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas. Informe técnico A/AC.105/744. Año 2000.