

## INVERSIÓN EN TECNOLOGÍAS PARA UN MEJOR DESARROLLO DE POLÍTICAS MEDIOAMBIENTALES\*

Valentina Monzón\*\*

### RESUMEN

En la actualidad resulta de gran importancia mundial el estudio y desarrollo de herramientas que contribuyan a sistemas tecnológicos para aplicaciones medioambientales, dado que el planeta ha estado sufriendo importantes cambios climáticos que afectan al mundo entero y evidentemente a Uruguay, ya que se ha desencadenado un aumento en temperaturas y precipitaciones, así como más eventos extremos y rachas de calor. Es fundamental la disminución de riesgos, ya que si bien se trata de eventos naturales inevitables, la mente humana es capaz de plantear soluciones para contribuir al cuidado del ecosistema y una de estas propuestas es la utilización de tecnologías aeroespaciales. El presente artículo hace una recopilación de la historia nacional en esta materia y su vinculación con la Fuerza Aérea Uruguaya (FAU), permitiendo detectar qué futuras herramientas existen para contribuir al mejor aporte de dicha institución en tareas de control medioambiental.

Palabras clave: medioambiente, desarrollo, tecnología aeroespacial, ecosistema, herramientas.

### Introducción

Con el fin de ubicarse en el tiempo dentro del panorama actual global y a modo informativo, se tiene en cuenta que en las últimas décadas han ocurrido diversos cambios en el clima, producto del calentamiento global, que evidentemente afectan sin excepciones a nivel mundial y consecuentemente a Uruguay (Giménez, 2009).

El Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria del Uruguay (INIA), publica en el 2009 una ficha de título *Cambio climático en Uruguay, posibles*

---

\* Este artículo se basa en el proyecto de grado “Inversión en recursos para la defensa nacional en temas aeroespaciales” realizado por la autora para su egreso de la Escuela Militar de Aeronáutica del año 2019.

\*\* Alférez (Navegante) egresada de la Escuela Militar de Aeronáutica en el año 2019 con el distintivo de Instructor Académico. Actualmente presta servicios como Oficial del Cuerpo de Alumnos en la Escuela Técnica de Aeronáutica y es estudiante de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería. Correo electrónico: vmonzon@fau.mil.uy.

*impactos y medidas de adaptación en el sector agropecuario*, donde se detallan las series de investigaciones e información recabada acerca de los cambios climáticos en Uruguay comenzando desde el año 1930. En dicha publicación se manifiesta que existen proyectos que concluyen que, la temperatura media global del aire ha aumentado entre 0.3° y 0.6° C desde fines del siglo XIX. También se afirma, que los estudios han determinado que estos cambios podrían provocar alteraciones en las zonas actuales de vegetación así como en la cantidad y distribución de las precipitaciones, derretimiento de glaciares, aumento en el nivel del mar e inundaciones de las zonas costeras.

Si bien Uruguay por su ubicación geográfica no se encuentra en constante riesgo de grandes catástrofes naturales, en las últimas décadas se han detectado mayores adversidades, principalmente meteorológicas y climatológicas. Teniendo en cuenta que es un país principalmente ganadero y agricultor, con gran cantidad de hectáreas del territorio nacional dedicadas a la actividad agropecuaria, es uno de los principales países cárnicos del mundo y el manejo de esta producción es fuente de riqueza del país, es evidente la importancia que tiene su control y protección así como el mejor manejo de los recursos (Hernández, 2015).

Por otra parte, pero sin ir muy lejos, la FAU tiene un papel importante en el monitoreo medioambiental y la salvaguarda de la vida humana en casos de fenómenos adversos; ya que poseen una labor destacada en el Sistema Nacional de Emergencia (SINAE) por ejemplo, en diversas situaciones de riesgo como incendios forestales, inundaciones y otros fenómenos similares, en apoyo a diversos organismos estatales.

El desarrollo en ciencia y tecnología aeroespacial<sup>1</sup> podría aportar significativamente al cumplimiento de las tareas de la FAU en estas áreas, tanto en la prevención de desastres como en la protección de las tierras. La adquisición de nuevas tecnologías proporciona herramientas a la FAU para la predicción, reconocimiento, identificación y control en fenómenos relacionados al medio ambiente. No se trata de evitar que ocurran fenómenos naturales, sino de contar con los medios necesarios para el pronto accionar y ser capaces de brindar al Estado toda aquella información que se requiera para las implementaciones de medidas correctivas y de contralor adecuadas a cada

---

<sup>1</sup> Tecnología aeroespacial: representa las mayores exigencias y esfuerzo del humano en cuanto la ciencia, ingeniería e innovación que ha conseguido avances en la resistencia térmica, química y mecánica de sistemas que logran volar en la atmósfera terrestre y en el espacio.

situación. Esto en pos de minimizar entre otros daños, las pérdidas ganaderas y agrícolas.

Un ejemplo del uso de las tecnologías aeroespaciales es la utilización de dispositivos aéreos operados a distancia como son los vehículos aéreos no tripulados (VANT) (también denominados UAV por sus siglas en inglés). Ellos podrían ser especializados para la agricultura de precisión, la cual es una tecnología de información basada en el posicionamiento satelital que consiste en obtener datos georreferenciados para un mejor conocimiento de los barbechos<sup>2</sup>, siembras, cosechas, entre otros. En tierras dañadas como consecuencia de incendios forestales, también podría ser útil la implementación de los UAV con semillas especiales para la reforestación en zonas afectadas con dificultades en el crecimiento de posteriores plantaciones. Esto también colaboraría indirectamente con la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> ya que la vegetación misma tiene métodos más eficientes y naturales para este trabajo. La detección inmediata de un incendio forestal, es de gran importancia y puede afectar significativamente tanto en la agricultura y su producción, como en edificaciones y hogares adyacentes a estos focos; también es importante la pronta acción en la asistencia de quienes se encuentran en zonas propensas a inundaciones y cómo prevenir esta situación y las posibles pérdidas humanas y materiales.

El uso de los UAV ya existe en la agricultura para entre otros, el conteo de individuos de cultivo, identificación de hileras y fallas de siembra, identificación de plagas, enfermedades y estrés de la vegetación.

Por otra parte, las imágenes satelitales tanto de meteorología como de observación, también cumplen un importante papel si son utilizadas, por ejemplo, para la observación en las plantaciones y los campos del territorio nacional. Dependiendo de la configuración de dichas imágenes se pueden detectar, desde altas temperaturas hasta el nivel de clorofila<sup>3</sup> en las aguas territoriales. Esto se obtiene a través de las bandas del verde visible y del infrarrojo, así como la posible contaminación de las ellas evitando el traslado humano a dichas zonas para su observación. Las imágenes meteorológicas son utilizadas para la detección temprana de fenómenos climatológicos que puedan perjudicar las cosechas y comprometan la vida humana.

---

<sup>2</sup> Barbecho: terreno de labor que no se siembra durante uno o dos años para que la tierra descanse o se regenere.

<sup>3</sup> Clorofila: detectada mediante teledetección gracias al comportamiento frente a la luz.

Una mayor inversión en recursos tecnológicos conseguiría mayor eficacia y eficiencia en el cumplimiento de las tareas antes mencionadas. La incorporación de estas tecnologías también debe estar acompañada de la capacitación del personal para su utilización y desarrollo. Esto último permite optimizar el empleo, adaptación a las nuevas tecnologías, minimizar riesgos de vida y evitar grandes pérdidas económicas, dado al significativo daño en las plantaciones y en la producción.

### ***Historia de las actividades aeroespaciales en Uruguay***

En la década de los noventa, afortunadamente Uruguay poseía un gran nivel académico en el campo de profesionales, llegando a contar con biólogos sin fines de lucro, que colaboraban con la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA por sus siglas en inglés). La participación de educadores uruguayos en la primera Conferencia Espacial de las Américas del año 1990, desencadenó gran interés en la difusión de ciencias espaciales a los jóvenes, con un gran apoyo de la NASA y la Agencia Espacial Europea (ESA por sus siglas en inglés) (Dalmau, 1999). Es a raíz de la celebración de la III Conferencia Espacial de las Américas de 1996 en Punta del Este, Uruguay, que posteriormente se crea la Comisión Asesora de Tecnología Espacial.

Para el año 1995 Uruguay ya contaba con más de 1.700 investigadores de los cuales la gran mayoría pertenecía a la Universidad de la República (UDELAR) y la mitad de ellos tenían dedicación completa en temas de ciencia y tecnología.

Poco después y adentrándose en los artículos de tecnología aeroespacial de la FAU, se destaca por ejemplo lo escrito por el recientemente fallecido, Coronel (Navegante) Bernabé Gadea (1998) quien en uno de sus artículos, resalta que a pesar del desconocimiento general en la población acerca de estas tecnologías, ellas se han convertido en su momento, en una ciencia por lo que ningún Estado se encontraría aislado completamente del mundo. Desde las comunicaciones telefónicas, la información meteorológica, navegación aérea, la producción agrícola, la potenciación de los recursos naturales y todo aquello que fomenta la producción del país en sí, se puede considerar que gira en torno a la asistencia que puede lograr el buen uso de estas tecnologías como es, por ejemplo, el sistema satelital.

Posterior al lanzamiento de este artículo, se publica el informe *Las actividades espaciales en Uruguay* que hace un recuento de la utilización de las nuevas tecnologías y su evolución en el país, escrito por Juan de Dalmau (Ex Presidente de la Universidad Internacional del Espacio). Este fue emitido en

junio de 1999, por parte de la ESA a raíz de la visita efectuada al Departamento de Montevideo en noviembre de 1998, con motivo de enriquecerse con conocimientos al respecto, por parte del escritor anteriormente mencionado, mostrando con esto un mayor acercamiento de nuestro país al mundo.

Aquí se detallaban varios puntos a tener en cuenta como son la situación del sector aeroespacial en Uruguay, situación económica y evolución, aportes de las tecnologías a otros sectores en el país y recomendaciones futuras. Comienza detallando que en noviembre de 1996 se organizó en Punta del Este, la III Conferencia Espacial de las Américas donde se afirmaba que Uruguay, hasta el momento tenía todas las capacidades políticas, económicas y científicas para administrarse en el desarrollo de tecnologías en general, catalogándose como el “pequeño país impulsador” (Dalmau, 1999, p. 3).

Dalmau (1999) en uno de los puntos, destaca a Uruguay dentro del continente, por su tradición de científicos bien preparados tanto en los campos de las ciencias básicas (biología, geografía, física y matemáticas) como en la medicina y en la química. Esto muestra el nivel profesional del país en su momento, en temas de ciencia y capacitación. En cuanto a los aportes de la tecnología en los sensores remotos, Dalmau nombra la importancia de los programas de observación satelital de la Tierra para el acceso independiente; información provechosa para la investigación científica, cartografía, evaluación y control de recursos naturales, ordenamiento territorial, protección del medio ambiente contra riesgos naturales, reconocimiento de cultivos ilícitos e inteligencia estratégica.

Ya desde el año 1999 en el campo de la ciencia, se consideraba que los sensores espaciales eran la primera fuente de información de cada país para el seguimiento de situaciones críticas y operaciones complejas. Por ello, el uso de satélites era considerado una de las mejores herramientas para la prevención de riesgos.

La utilización de datos satelitales se destacó también por su utilidad en diversas aplicaciones diarias, complementando así la información disponible por medios convencionales y accesibles al público en general, como por ejemplo el Sistema de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en inglés). La meteorología se distingue como la primera aplicación operacional trayendo consigo de la mano la climatología, forestación, agricultura, geología,

oceanografía, gestión de riesgos naturales y “antropogénicos”<sup>4</sup> y seguimiento del ordenamiento territorial y sus recursos.

Dalmau (1999) detalla también la formación en Uruguay de la Comisión Asesora de Tecnología Espacial, la cual fue creada en julio del año 1998 con la misión de elaborar un Plan Nacional de Tecnología Espacial. Dicha comisión constaba de un representante del Ministerio de Defensa Nacional (MDN), Subsecretarios o Directores Nacionales responsables de: Relaciones Exteriores, Ganadería, Agricultura y Pesca, Comunicaciones, Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial y Meteorología.

Dentro de los proyectos formados por esta comisión, se destaca el Centro de Proceso, Archivo y Diseminación de Datos de Observación de la Tierra para Uruguay (CREPADUR).

### ***Centro de Proceso, Archivo y Diseminación de Datos de Observación de la Tierra para Uruguay (CREPADUR)***

Un año después de la creación de la Comisión Asesora de Tecnología Espacial, se eleva en setiembre del año 1999 por parte del Servicio de Sensores Remotos Aeroespaciales (SSRA) un informe detallado de las características de este futuro proyecto.

Éste fue creado con el fin de seguir diariamente el estado de la vegetación, de la superficie del océano, el Índice de Vegetación de la Diferencia Normalizada (NDVI<sup>5</sup> por sus siglas en inglés), temperatura y humedad; por ende, dicha información tenía aplicaciones en la agricultura, forestación, control de cambios en la vegetación, alerta temprana sobre sequías y falta de alimento para el ganado, sequías, cartografía, humedad del suelo y medida de la biomasa marina (foto plancton) (Dalmau, 1999, p. 5).

La arquitectura del proyecto constaba de una antena receptora de imágenes satelitales, un procesador de imágenes y generación de productos, un sistema de archivo y distribución al servicio del usuario haciendo empleo de tecnología de teledetección y proceso informatizado de imágenes satelitales.

---

<sup>4</sup> Perteneciente o relativo a lo que procede de los seres humanos que, en particular, tiene efectos sobre la naturaleza.

<sup>5</sup> NDVI: indicador numérico que utiliza las bandas espectrales roja y cercana al infrarrojo, altamente asociado con el contenido de vegetación. Existe un gran número de índices espectrales que pueden analizar diversos aspectos como la vegetación, los recursos hídricos, la nieve, el suelo, el fuego, entre otros. Los satélites más conocidos como Landsat y Sentinel permiten realizar diversas operaciones con sus bandas y el resultado puede ser convertido en un índice espectral.

Este proyecto permitía realizar estudios y trabajos que anteriormente a la creación de este, habían sido difíciles o imposibles de realizar, como en temas de medio ambiente, recursos naturales, control de cosechas, desertización, calidad de las aguas, sin necesidad de solicitar la información a otros países (Curbelo, 1999).

Este sistema permite obtener imágenes satelitales a través del sistema de red global de sistemas denominado GEONETCast. También permite obtener dieciséis bandas de frecuencia del satélite norteamericano GOES 16 (por ejemplo infrarrojo cercano y lejano), la detección cada cinco minutos de descargas eléctricas e imágenes de satélites meteorológicos de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) y la estimación de precipitaciones en las últimas veinticuatro horas.

Fue en el año 2001, que según el convenio entre el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) y el MDN, se dispuso que la FAU a través del SSRA desarrollara dentro de un acuerdo de la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI), el proyecto ya mencionado CREPADUR. Tuvo como propósito principal, facilitar el acceso a los datos de teledetección espacial, incentivando de esta manera dicha tecnología en las diversas aplicaciones operativas. Gracias a dicho acuerdo, Uruguay obtuvo fotografías satelitales de su territorio permitiendo así también la detección de incendios, desplazamiento de algas, inundaciones, movimientos de mares, entre otros. Este convenio tenía como objetivo suministrar por parte del SSRA, a la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA), de imágenes satelitales obtenidas en el marco del Proyecto CREPADUR de acuerdo a los requerimientos específicos y en forma gratuita (Diario El País, 2001).

Como ha sido destacado desde el principio, el MDN formó parte del convenio anteriormente nombrado, demostrando una vez más la participación de la FAU en ello, dando lugar a que posteriormente el diario El País, el 7 de enero del año 2003, publicara en uno de sus destacados *La Fuerza Aérea Uruguaya ingresó a la era satelital*, mostrando el éxito que se obtenía a raíz de este proyecto y dejando en alto la participación de la institución y el progreso nacional en temas de tecnología aeroespacial.

Según información obtenida de este artículo, a raíz del destacado proyecto, se conseguiría la estimación del índice de vegetación, evidenciando también la detección del estado de plantas o árboles; la determinación de volúmenes, ubicación y tipo de vegetación acuática por la captación de clorofila marina; la sequía de la vegetación y su prolongación en el tiempo; temperatura

de aguas marítimas (cada una hora), el viento estimado en distintos niveles de la atmósfera; la detección de ceniza volcánica y el monitoreo de focos de incendios (Diario El País, 2003).

Respecto a la infraestructura y su impacto sobre el medio ambiente, dentro de lo que detalla el Coronel (Aviador) retirado Fernando Curbelo en el informe de 1999, se resalta que CREPADUR no ocasionaría ningún impacto ambiental, ni alteración del espectro radioeléctrico por su sistema pasivo de recepción ya que el objetivo en cambio, era proteger y prevenir incidentes con el monitoreo al medio ambiente.

En el artículo del diario El País (2003), se destacaba “El gobierno español donó el equipamiento y la antena para captar las imágenes, mientras que el uruguayo se encargó de la infraestructura (Ministerio de Defensa) y de los cursos de capacitación para los funcionarios (MVOTMA)” por lo que para ese entonces se le realizó una entrevista al Director del SSRA, quien fue mencionado anteriormente, donde firmó: “Acá en Uruguay no se estaba acostumbrado a trabajar con imágenes satelitales. Siempre se dependía de Brasil, Argentina o Chile para pedirles imágenes satelitales a ellos. Si bien no estamos al gran nivel, podemos hacer cosas importantes” señaló el Coronel (Aviador) retirado Fernando Curbelo. Según lo destacado en dicho diario algunos de los tantos hallazgos conseguidos a raíz de las imágenes satelitales fueron el estudio de la gran cantidad de arena en la atmósfera sobre las islas Canarias y la determinación del grado de afectación de áreas por sequía o inundaciones y el ritmo de recuperación posterior.

Pero al día de hoy, es cada vez más común el crecimiento de empresas que trabajan con la obtención y procesado de imágenes satelitales, con sistemas desarrollados por medio de sensores remotos, los cuales colaboran con el control agrícola y Uruguay no está lejos de esto.

### ***Instituciones que tomaron importante papel en la tecnología satelital para Uruguay***

En la actualidad, Uruguay mantiene relaciones de índole satelital. Si bien se trata de un país tomador de recursos en materia de tecnología aeroespacial, existe una empresa argentina especializada en la creación de satélites en territorio nacional, denominada Satellogic.

Esta compañía fue fundada en el 2010 por Emiliano Kargieman la cual se especializa en nano-satélites de tipo Cube-Sat<sup>6</sup>, así como a la venta de la

---

<sup>6</sup> Cube- Sat: nano satélite standard, cuya estructura es escalable en cubos de 10 cm de arista y

información obtenida a raíz de ellos. Esta empresa fue instalada desde el año 2015 en Zonamerica en Uruguay, con el fin de crear satélites, de los cuales, hasta hoy, seis ya fueron puestos en órbita (Satellogic, 2020).

El objetivo de dicha empresa es generar satélites suficientes para la creación de una constelación de ellos, que ofrezcan al usuario imágenes de observación y análisis geoespaciales.

Si bien no se trata de una empresa que realice satélites geoestacionarios, que prevean información meteorológica, esta noticia muestra la capacidad de recursos humanos y materiales del país en la creación de tecnologías en la actualidad. Poseen un equipo de ciencia de datos e inteligencia artificial, la cual trabaja junto con expertos en dominios agrícolas, con aspiraciones de impulsar soluciones que ayuden a crear eficiencias y aumento en la productividad (Satellogic, 2020).

A su vez, esta organización multinacional, trabaja con empresas nacionales que desarrollan los algoritmos de procesamiento de imágenes satelitales. Se trata de entidades con el fin de desarrollar soluciones innovadoras, de la mano de ingenieros y un personal altamente calificado para ello con importante enfoque en la innovación y desarrollo.

Empresas de dicho índole tecnológico, trabajan con tecnologías que utilizan la segmentación semántica. Esta consta de un algoritmo que asocia y etiqueta cada píxel presente en una imagen, utilizándolo para reconocer un conjunto de estos que conforman distintas categorías. Se trata del proceso de dividir una fotografía digital en grupos pequeños simplificando la representación de una imagen para ser más fácilmente analizada. Esto es incluso muy útil para identificar montañas, ríos, desiertos y otros elementos de terreno.

Instituciones como estas, trabajando en conjunto, hacen posible una excelente administración de tierras y activos agrícolas rastreando el uso de ellas, los recursos y el capital en un largo plazo. De la mano de ello, el uso de estas tecnologías podría evitar la viabilidad de la existencia tanto de hurtos como de la cosecha ilícita, así como reciben alertas geográficas de áreas afectadas y sus dimensiones ante la detección de cambios, a la vez que monitorean la salud de los cultivos y plagas.

Gracias a la segmentación semántica de las imágenes satelitales, el usuario de estos servicios consigue visualizar la información del área que

---

masa inferior a 1,33 kg.

necesita. Esto se consigue a través de lentes de aumento que resaltan desde el tipo de cultivo y su edad hasta la detección de plagas (Satellogic, 2020).

Por otro lado, dentro de las aplicaciones internacionales que trabajan con tecnología satelital y colaboran con políticas de emergencia sanitaria y monitoreo medioambiental, se encuentra el programa Trilogy Emergency Relief Application (Tera)<sup>7</sup> utilizado por la Cruz Roja en diversos países del mundo. Esta se implementó a raíz del terremoto del 2010 en Haití y consta de una aplicación de teléfono móvil, la cual gestiona un Servicio de Mensajes Cortos (SMS por sus siglas en inglés) salientes y entrantes entre el equipo de ayuda y aquellas personas afectadas por un desastre natural. Estos mensajes contienen información de distribución de socorro, alimento, refugio, así como también, brinda asesoramiento y alertas tempranas ante inundaciones, huracanes, entre otros, consiguiendo así la reducción de riesgos de desastres (Viceministerio Defensa Civil [VIDECI], s.f.).

En los últimos años, se ha vuelto cada vez más común el lanzamiento de satélites por diversas compañías comerciales tales como la ya mencionada Satellogic, las cuales aspiran a crear constelaciones de satélites con fin de proporcionar cobertura global, consiguiendo que en los próximos años dichos objetivos se conviertan en una realidad.

No se debe dejar pasar la existencia de numerosos satélites que orbitan la Tierra hoy por hoy y sus aplicaciones para los desastres naturales como es la denominada Constelación del Monitoreo de Desastres (DMC por sus siglas en inglés). Ésta, según SCUSSEL (2013), consiste de una serie de satélites de detección remota construidos con el fin de proporcionar la información necesaria para las labores de apoyo en situaciones de desastre o emergencia, dando fácil acceso a imágenes a través de la internet.

Uruguay no se encuentra tan ajeno a estos avances tecnológicos dado que por primera vez, el 19 de junio de 2014, se lanzó el nanosatélite denominado AntelSat, el cual fue desarrollado por Administración Nacional de Telecomunicaciones (Antel) y la Facultad de Ingeniería (FING, 2014).

AntelSat despegó a bordo del cohete Dnepr-1<sup>8</sup> desde la Base Aérea Militar "Yasny", Federación de Rusia, operada por la Fuerza Aérea Rusa, debido a que Uruguay no cuenta con una instalación de ese nivel y magnitud. Este proyecto nacional involucró especialistas en electrónica y más de sesenta

---

<sup>7</sup> Trilogy Emergency Relief Application: trilogía de solicitud de ayuda de emergencia.

<sup>8</sup> El cohete Dnepr-1 es una lanzadera espacial de carga nombrada como el río de mismo nombre.

ingenieros en telecomunicaciones, informática, energía y diseño mecánico (Diario El Observador, 2015, p. 1). Según datos de este artículo y de información obtenida de la página oficial de la Facultad de Ingeniería, el pequeño satélite obtuvo una velocidad de 30 mil km/h, consiguió orbitar el mundo 4.444 veces y emitió más de 750.000 transmisiones de datos de telemetría<sup>9</sup> las cuales fueron recibidas y decodificadas por diversos radioaficionados a nivel mundial (FING, 2014).

Si bien el dispositivo dejó de funcionar 10 meses después de su lanzamiento, debido a la degradación de sus componentes, cabe destacar que las baterías del AntelSat se recargaban con energía solar, siendo esta una energía renovable muy provechosa, la cual era recogida a través de paneles adheridos a sus caras, determinando el nivel de esta energía al transmitirse la telemetría.

AntelSat contaba con dos cámaras, una sacaba fotos a color y otra cámara era infrarroja, la cual lograba medir tanto la altura como los tipos de nubes, la temperatura terrestre y del agua. Combinándolas, estas cámaras hacían posible la detección y estudio, por ejemplo, de tormentas o ciclones tropicales, siendo así muy útil para la meteorología y, con ello, la prevención de riesgos de posibles desastres naturales (Diario El Observador, 2015).

En lo referente a la colaboración de la FAU en situaciones de emergencia, se pueden destacar los controles de incendios y el apoyo de esta en las inundaciones, haciendo evidente la importancia que tiene en dichas circunstancias la utilización de herramientas derivadas de avances científicos. Estos en su mayoría conseguidos gracias a proyectos aeroespaciales desarrollados a lo largo del tiempo por la humanidad. Cabe destacar los recientes pasos dados por la FAU en temas aeroespaciales; entre los tantos destacados se recuerda el 30 de agosto del año 2019, cuando se recuperó y adaptó la antena satelital del proyecto ya mencionado, CREPADUR.

Este trabajo consistió del esfuerzo conjunto del Servicio de Sensores Remotos Aeroespaciales y del Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Uruguaya, logrando nuevamente obtener un sistema de imágenes satelitales meteorológicas en tiempo real.

Este sistema, denominado Receptor Meteorológico de Imágenes Satelitales (REMIS), permite la obtención de imágenes satelitales a través del

---

<sup>9</sup> Telemetría: tecnología que permite la medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información hacia el operador del sistema.

sistema GEONETCast que brinda fotografías de topes nubosos, detección de descargas eléctricas, estimación de precipitaciones en las últimas veinticuatro horas, estimación de índice de vegetación, temperatura de agua de mar, viento estimado en distintos niveles de la atmósfera, detección de ceniza volcánica, los productos de distintas pronosticadas y el control de focos de incendios mediante el monitoreo de puntos calientes, entre otras capacidades.

Actualmente Uruguay no se está quedando atrás en estos temas, *La Fuerza Aérea impulsa la creación de una agencia espacial*, fue el título del artículo escrito por Erosa, J., Infante, L. y Rocha, C. en el Semanario Búsqueda el pasado 23 de julio del 2020. Según el artículo antes mencionado, en el presente año, la Fuerza Aérea Uruguaya está trabajando en pos de la creación de una Comisión que desarrolle y regule las políticas aeroespaciales del país, mostrando con ello la iniciativa del continuo progreso para futuras innovaciones y desarrollos.

### **Convenios**

Como ya fue detallado anteriormente, la FAU tiene participación en el desarrollo de estas tecnologías, pero ya desde hace veinte años aproximadamente el MVOTMA firmó un convenio con el Ministerio de Defensa Nacional, donde se dispuso que dicha institución desarrollara el proyecto ya nombrado CREPADUR.

En mayo del mismo año, Uruguay firma el Convenio de Estocolmo ratificándose en el 2003 por la Ley Nº 17.732 *Contaminantes Orgánicos Persistentes*, pero entrando en vigor el 17 de mayo del 2004. Dicho convenio, se define como un tratado con el objetivo de funcionar a modo de un instrumento de protección al ambiente, de efectos producidos por contaminantes orgánicos de la mano del amparo del ecosistema y con ello, sus seres vivos (MVOTMA, 2017).

Años más tarde se publica el Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (2017-2030) – MVOTMA, donde la FAU participa como Institución del Comité de Seguimiento y Validación afirmando así su colaboración y responsabilidad con el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. Este plan muestra el resultado de trabajos e instancias interinstitucionales consiguiendo generar conciencia social acerca de los contaminantes orgánicos persistentes, así como, revisar y actualizar el antiguo Plan Nacional del año 2006 (MVOTMA, 2017).

## Conclusiones

A lo largo de la historia, la humanidad se ha enfrentado a diversos eventos naturales que marcaron un antes y un después en la vida de muchas especies y seres vivos e incluso del planeta Tierra, dígase tanto erupciones volcánicas, grandes inundaciones, terremotos o cambios climáticos. Hoy en día la globalización y el consumo incesante obtiene cada vez más recursos naturales.

Los estudios han revelado que en las últimas décadas, se han incrementado las temperaturas a nivel mundial producto del calentamiento global dado por el cambio climático, provocado principalmente por la quema de combustibles fósiles. Esta realidad influye en todas partes, dado que incluso acontecimientos en diferentes lugares del mundo pueden causar desenlaces en nuestro país. Un ejemplo de ellos es el derretimiento de glaciares y con esto el incremento progresivo del nivel del mar, lo que podría provocar en un futuro el aumento de las cuencas fluviales nacionales, afectando así tanto a habitantes de balnearios o ciudades costeras, como a la flora y a la fauna autóctona.

Si bien la globalización, aun siendo parte del proceso como sociedad en búsqueda de facilidades y mejor provecho de los recursos, ha provocado daños en gran medida al ecosistema del planeta Tierra y año tras año la tecnología ha empezado a tomar lugar en la rutina diaria de los seres humanos, existiendo hoy en día proyectos optimistas para la obtención de energías renovables. Planes como estos demuestran a la comunidad cómo la buena utilización del desarrollo de tecnologías, puede incluso proteger el medio ambiente y volverse un beneficio en vez de un perjuicio. Para ello simplemente se debe saber utilizarlas de manera correcta, colaborando tal vez en revertir los enormes deterioros existentes en la naturaleza, causados a lo largo del tiempo.

Si bien los eventos naturales son inevitables, la mente humana es capaz de desarrollar planteos para contribuir al ecosistema y al cuidado de los seres vivos. Cuando se habla de la actualidad y de soluciones ante esta situación, se puede hablar de tecnología aeroespacial y su utilización en las tareas relacionadas a desastres naturales, así como a su colaboración en el control y protección medioambiental.

Dicho esto, y teniendo en cuenta que Uruguay es un país rico en suelo ganadero y agrícola, siendo esta una gran inversión económica para la nación, la prevención de daños y la utilización de herramientas tecnológicas para ello tienen un importante rol también en la economía del país y en su producción constante.

Entre los desarrollos nacionales en materia aeroespacial, se destaca por ejemplo las formas de utilización de los UAV; cabe distinguir el uso de estos para la observación y ejecución de cartografía de las zonas que hayan sido afectadas o no por situaciones meteorológicas adversas, como sequías, incendios, entre otros. También la información obtenida a raíz de imágenes satelitales cumple gran función a la hora de vigilar estas tierras, pudiéndose determinar los sectores más productivos y ejecutar el control correspondiente.

Por otro lado, deteniéndose en tecnología utilizada hoy en día, como son los teléfonos celulares, es posible determinar a raíz de un sistema de geo localización GPS, la ubicación exacta de un individuo, adjuntándole a esto una función específica para en casos de emergencia (por ejemplo en inundaciones), contactarse con el SINAE tomando posteriormente las medidas que sean pertinentes en casos de requerir evacuación.

Actualmente, ya existen servicios como el Sistema "TERA" que ayuda a las víctimas a indicar su localización y especificar necesidades imprescindibles. Esta aplicación de teléfono celular, en permanente contacto con el SINAE, también sería de gran ayuda a la adaptación de este como enlace directo con la FAU a la hora de acudir al lugar. Gracias a esta herramienta se conocería con precisión la ubicación de los afectados y las urgencias de estos, agilitando así el acceso al lugar específico y la planificación de la misión.

Como ya se ha detallado en el presente artículo, Uruguay ha pasado por múltiples acontecimientos que siembran lo que hoy es la historia nacional en temas referentes a la tecnología aeroespacial, y gracias a ello es posible reconstruirlo para comprender de mejor manera las bases del que se parte. Por ende, es necesaria una correcta preparación y plantearse de esta manera, metas y proyectos a corto o largo plazo que contribuyan al progreso constante e incesante de Uruguay en las áreas que se proponga, tanto para temas de medio ambiente como para cualquier aplicación de cooperación colectiva.

Además de conocer el progreso del país en esta materia, la utilización de nuevos sistemas tecnológicos está ligada a la capacitación de quienes los utilicen. Es por esto que se hace principal hincapié en la formación del personal civil y militar, dado que radica en ello el desempeño y la eficacia en el uso de diversas herramientas que requieren de su correcto uso para un mejor resultado de estos.

La adquisición de nuevas tecnologías con fines de protección ambiental o vidas humanas ante situaciones de emergencia sería un objetivo sostenible a

tener en cuenta como proyecto, dada la posibilidad de la obtención de resultados positivos a raíz de ello.

Nadie puede afirmar que además de las calamidades provocadas por la propia humanidad a lo largo de la historia, la naturaleza misma no ocasione un caos irreparable, consiguiendo consiga la extinción de miles de especies y dejando a otras cuantas en peligro por consecuencias que contribuirían a un ambiente inhóspito para cualquier ser vivo, inclusive para el ser humano. Pero sí es posible, en base a la tecnología existente hoy en día, prevenir riesgos mayores e intentar preservar la flora y fauna nacional y la integridad de los habitantes, siendo conscientes a la hora de su protección e innovaciones tecnológicas que contribuyan al bien común del país y del mundo.

## Referencias

- Curbelo, F. (21 de setiembre de 1999). CREPADUR. *Servicio de Sensores Remotos Aeroespaciales*.
- Dalmáu, J. de. (1999). *Las actividades espaciales en Uruguay (Situación actual y perspectiva de futuro)* (Informe de noviembre de 1998). Montevideo: ESA.
- Diario El Observador. (16 de julio de 2015). Antelsat se despidió del espacio. *El Observador*. Recuperado de <https://www.elobservador.com.uy/nota/antel-sat-se-despidio-del-espacio-201571610390>
- Diario El País. (5 de mayo del 2001). Uruguay tendrá fotos detalladas vía satélite. *El País*.
- Diario El País. (7 de enero del 2003). La Fuerza Aérea Uruguaya ingresó a la era satelital. *El País*.
- Erosa, J., Infante, L. y Rocha, C. (2020). *La Fuerza Aérea Impulsa la Creación de una Agencia Espacial*. (Informe Uruguay 23/2020). Montevideo: Observatorio Sudamericano de Defensa Y Fuerzas Armadas. Recuperado de <https://gedes-unesp.org/wp-content/uploads/2020/07/Informe-Uruguay-23-2020.pdf>
- Facultad de Ingeniería. (15 de julio de 2015). Culmina la operación de AntelSat. *Área de Comunicación*. Recuperado de <https://www.fing.edu.uy/noticias/area-de-comunicaci%C3%B3n/culmina-la-operaci%C3%B3n-de-antelsat>

FING, Instituto de Ingeniería Eléctrica y Facultad de Ingeniería, proyecto "ANTEL-SAT", recuperado de URL: <https://iie.fing.edu.uy/investigacion/grupos/lai/>

Gadea, B. (1998). La Fuerza Aérea Uruguaya y la actividad espacial. *Revista Objetivo*.

Giménez, A., Castaño, J. P., Baethgen, W. E. y Lanfranco, B. (2009). *Cambio Climático en Uruguay, Posibles Impactos y Medidas de Adaptación en el Sector Agropecuario* (Serie Técnica N° 178 INIA).

Hernández, A. (2015). *Regiones agropecuarias del Uruguay*. Montevideo: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Recuperado de <http://www.mgap.gub.uy/dieaanterior/regiones/Regiones2015.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. (2017). *Plan Nacional de Aplicación. Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes, 2017-2030 Uruguay*. Recuperado de [https://ccbasilea-crestocolmo.org.uy/wp-content/uploads/2019/07/LIBRO-NIPII\\_v1-3\\_version-final\\_171218-1.pdf](https://ccbasilea-crestocolmo.org.uy/wp-content/uploads/2019/07/LIBRO-NIPII_v1-3_version-final_171218-1.pdf)

Monzón, V. (2019). *Inversión en recursos para la defensa nacional en temas aeroespaciales* (tesis de grado). Escuela Militar de Aeronáutica, Canelones, Uruguay.

Satellogic. (2020). Recuperado de <https://satellogic.com>

Viceministerio Defensa Civil (VIDECI). Trilogy Emergency Relief Application (TERA) [en línea]. Recuperado de <http://defensacivil.gob.bo/web/pagina/TERA.html>

## Bibliografía

Agencia Espacial Canadiense. (2018). ¿Qué es un CubeSat? [en línea]. Recuperado de <http://www.asc-csa.gc.ca/eng/satellites/cubesat/what-is-a-cubesat.aspEN>

Álvarez, R. (2017). El nuevo satélite GOES-16 nos muestra la belleza y espectacularidad de la Tierra como nunca antes se había visto [en línea]. Recuperado de <https://www.xataka.com/espacio/el-nuevo-satelite-goes-16-nos-muestra-la-belleza-y-espectacularidad-de-la-tierra-como-nunca-antes-se-habia-visto>

- Le Gall, J., Battiston, R. y Kulichevsky, R. (1 de noviembre de 2018). Final Report. En Le Gall, J. (Presidencia). Informe final llevado a cabo en el 3rd. International Space Forum 2018 – The Latin America and Caribbean's Challenges, Buenos Aires, Argentina. Recuperado de <https://www.iafastro.org/assets/files/events/isf/2018/isf-2018-report-2018-12-12-final-onlie-spreads.pdf>
- Necco, G. V. (2014). *Eventos extremos de tiempo y clima en El Uruguay*. (Informe de los Grupos de trabajo I y II del IPCC, 2012). Recuperado de [https://www.inumet.gub.uy/reportes/escuela/Eventos\\_extremos.pdf](https://www.inumet.gub.uy/reportes/escuela/Eventos_extremos.pdf)
- Scussel, A. (2 de setiembre de 2013). Video presenta la constelación de monitoreo de desastres. MundoGeo. Recuperado de <https://mundogeo.com/es/2013/09/02/video-presenta-la-constelacion-de-monitoreo-de-desastres/>
- Sostenibilidad. El aumento del nivel del mar: causas y consecuencias [en línea]. Recuperado de <https://www.sostenibilidad.com/cambio-climatico/el-aumento-del-nivel-del-mar-causas-y-consecuencias/>

