

# TECNO ESUFA

REVISTA DE TECNOLOGÍA AERONÁUTICA  
ISSN 1900-4303 • volumen 21 • Julio de 2014



**“Cuando no comprendemos una cosa,  
es preciso declararla absurda o superior a nuestra inteligencia,  
y generalmente, se adopta la primera determinación.”**

*Arenal, Concepción.*



**FUERZA AÉREA COLOMBIANA**  
**Escuela de Suboficiales “CT. Andrés M. Díaz”**



Volumen 21 • Julio de 2014

"Cuando no comprendemos una cosa, es preciso declararla absurda o superior a nuestra inteligencia, y generalmente, se adopta la primera determinación."

*Arenal, Concepción.*

## COMITÉ EDITORIAL

CR. Javier Iván Delgado Garzón  
*Director Escuela de Suboficiales FAC*

TC. Juan Carlos Ortiz Hernández  
*Subdirector Escuela de Suboficiales FAC*

TC. Diego Abelardo Bermúdez Gámez  
*Comandante Grupo Académico*

CT. Adriana Mercedes Medina Medina  
*Comandante Escuadrón Investigación*

OD18 Alicia del Pilar Martínez Lobo  
*Jefe Investigación Formativa*

OD15 Patricia Cadena Caicedo  
*Jefe Protección del Conocimiento*

## DERECHOS RESERVADOS

Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización del Consejo Editorial.

La publicación y la institución, no son responsables legales de los conceptos expresados en los artículos, ya que estos expresan la opinión de los respectivos autores y no genera la acusación de honorarios.

Nos reservamos el derecho de publicar los artículos seleccionados por el Comité Evaluador.

Idioma: Español  
Publicación: Semestral  
Número de ejemplares: 250  
ISSN: 1900 -4303  
Publicación:

## COMITÉ CIENTÍFICO

CT. Erwin Alfonso Sierra Salazar  
*Magister en Ingeniería Industrial*

OD15. Francia María Cabrera Castro  
*Magister en Física, Estudiante Doctorado en Física*

Gloria María Carrillo Lozano  
*Licenciada en ciencias de la educación con especialidad en física y estudiante de maestría en ciencias – física.*

Leidy Esmeralda Herrera Jara  
*Magister en Docencia e Investigación Universitaria Universidad Sergio Arboleda.  
Estudiante de Doctorado en Educación*

## COMITÉ EVALUADOR

ASD2. Flor Esperanza Hernández de Santos  
*Administradora Educativa, Magister en Educación*

OD15. Fernando Cortes Díaz  
*Licenciado en Matemáticas, Magister E-Learning convenio Universidad UOC-UNAB*

OD15. Oro de Ofir García González  
*Ingeniería de Sistemas, Magister en Educación*

Diego Gerardo Roldán Jiménez  
*Magister en matemáticas aplicadas y estudiante de doctorado en matemáticas*



#### **DIRECTOR**

CR. Javier Iván Delgado Garzón  
*Director Escuela de Suboficiales FAC*

#### **COMITÉ EDITORIAL**

CR. Javier Iván Delgado Garzón  
*Director Escuela de Suboficiales FAC*

TC. Juan Carlos Ortiz Hernández  
*Subdirector Escuela de Suboficiales FAC*

TC. Diego Abelardo Bermúdez Gámez  
*Comandante Grupo Académico*

CT. Adriana Mercedes Medina Medina  
*Comandante Escuadrón Investigación*

OD18 Alicia del Pilar Martínez Lobo  
*Jefe Investigación Formativa*

OD15 Patricia Cadena Caicedo  
*Jefe Protección del Conocimiento*

#### **DIRECCIÓN**

Escuela de Suboficiales CT. Andrés María Díaz  
Cra. 5 No. 2-29 sur  
Madrid - Cundinamarca / Colombia

Teléfono Directo: 8209079 / 8209078 Ext. 1025 – 1705  
Conmutador: 8209080 / 8209066  
Escuadrón de Investigación  
e-mail: [investigación.academico@gmail.com](mailto:investigación.academico@gmail.com)  
e-mail: [revistatecnoesufa@gmail.com](mailto:revistatecnoesufa@gmail.com)  
sitio web: [www.esufa.edu.co](http://www.esufa.edu.co)

#### **ESPAÑOL - INGLÉS**

OD15. Marisol Romero Parra  
*Licenciada en Inglés – Español, Magister de Educación con énfasis en lenguaje cultura y comunicación.*

#### **FOTOGRAFÍA**

Eliecer García Moreno  
*Fotógrafo ESUFA*

#### **DISEÑO, DIAGRAMACIÓN E IMPRESIÓN**

Milenio Editores e Impresores E.U.

# ÍNDICE

## INSTITUCIONAL

- 6 **¿Impactó la acreditación al medio educativo castrense?**  
*ASD2. Olga Terreros Carrillo*
- 9 **La memoria histórica de la fac, una perspectiva desde la identidad del suboficial**

## CIENCIA Y TECNOLOGÍA AERONÁUTICA

- 13 **Diseño y construcción de la estación de control en tierra para una aeronave no tripulada de corto alcance**  
*Ing. Rafael Mauricio Cerpa Bernal, PhD*  
*Ing. Pedro Luis Jiménez Soler, MSc*  
*Ing. Daniel Agudelo Noreña*  
*Esp. Andrés F. Téllez Velásquez*  
*Daniel F. Salamanca Torres*

- 21 **Generalidades de los simuladores de vuelo**  
*Ing. Nelson Javier Rodríguez*

- 29 **Proyectos espaciales latinoamericanos: ¿nos estamos quedando atrás?**  
*Jhonathan Orlando Murcia Piñeros, MSc*  
*José Gregorio Portilla Barbosa, PhD*

- 38 **Diseño del vehículo aéreo no tripulado SOLvendus**  
*Ing. Julio Enoc Parra*

- 44 **GRAFENO**  
*Gloria María Carrillo Lozano*

## EDUCACIÓN AERONÁUTICA

- 48 **¿Eres una persona curiosa y te gusta investigar?**  
*Leidy Esmeralda Herrera Jara*

- 54 **INSTRUCCIONES PARA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS DIRIGIDO A LOS AUTORES**

# PRESENTATION

Welcome to our new edition of TECNOESUFA, the only publishing of the country in its gender. I want to begin making an invitation, before starting any particular article reading, I cheer our readers to have a look to the whole magazine, from your review, surely you really notice, two aspects that I want to highlight.

The first of them, is that this edition, wheter maintains its axis in aeronautical science and technology, includes other articles that develop topics related to management, certification and institutional history. The inclusion of these issues and how the authors address them, reflect in good part the inquiring dyamics that nowadays the school lives, in its worry by being the first class actor in aeronautics and science production, acknowlegdes in the educational quality the base to generate an adequate stage for the technological and investigation production. Besides, it considers natural that without knowing our predecessors contribution in the field of investigation and technological development, it is not posible to melt an appropriate base for the School construction that the Force and the country need. It is worth to say that for this and other reasons it was recently created the Centre of thought and history of ESUFA.

A second inquiry I hope the review leaves you, especially the articles related to aeronatical science and technology, is the need of adopting a proposing position from the perspective and contribution of each reader, we help together giving a major speed to the aeronautical development and national space development.

However, the interest and acceptable grade of development achieved in certain areas of this field like simulation, design and operation of unmanned or non manned aircrafts, surveillance systems implementation, command and control and others. Is undeniable that even there is space to accelerate the brain production and/or the design or construction of space throwers as well as the acquisition/development of artificial satellites; by the way clarifying that there are not exposed efforts or interest in these fields, the invitation targets to reflect about what to do in order these efforts yield fruits with better speed and measurements.

By last, I want to make an acknowledgement to our authors and contributors, they make part of the aircraft wings where we fly. Without their knowledge, enthusiasm and contribution, it would not be possible to fulfill our traced purposes.



**CR. Javier Iván Delgado Garzón**  
*Director Escuela de Suboficiales FAC*





**CR. Javier Iván Delgado Garzón**  
*Director Escuela de Suboficiales FAC*

**B**ienvenidos a una nueva edición de TECNOESUFA, la única publicación del país en su género. Quiero comenzar haciendo una invitación, antes de dar inicio a la lectura de algún artículo en particular, animo a nuestros lectores a dar una hojeada a toda la revista, de su repaso, muy seguramente adviertan, entre otros, dos aspectos que deseo resaltar.

El primero de ellos es que este número, si bien mantiene su eje en la ciencia y tecnología aeronáutica, incluye otros artículos que desarrollan tópicos relacionados con la gestión, la acreditación y la historia institucional. La inclusión de estos temas y la manera en que sus autores los abordan, reflejan en buena parte la inquieta dinámica que actualmente vive la Escuela, esta, en su preocupación por ser actor de primer orden en la producción de ciencia y tecnología aeronáutica, reconoce en la calidad educativa la base para generar un adecuado escenario para la investigación y producción tecnológica. Además, considera natural que sin el conocimiento del aporte de nuestros antecesores en el campo del desarrollo tecnológico y la investigación, no es posible fundir una base apropiada para la construcción de la Escuela que la Fuerza y el país necesitan. Valga la pena decir que por esta y otras razones se creó recientemente el Centro de Pensamiento e Historia de la ESUFA.

Una segunda inquietud que espero les deje el repaso, especialmente el de los artículos relacionados con ciencia y tecnología aeronáutica, es la necesidad de adoptar una postura propositiva para, desde la perspectiva y el aporte de cada uno de nuestros lectores, ayudemos entre todos a dar mayor velocidad al desarrollo tecnológico aeronáutico y espacial nacional.

En este sentido, no obstante el interés y el aceptable grado de desarrollo alcanzado en ciertas áreas de este campo como la simulación, el diseño y operación de aeronaves no tripuladas o remotamente tripuladas, implementación de sistemas de vigilancia, comando y control y otros. Es innegable que aún hay espacio para acelerar la producción intelectual y/o la implementación de proyectos en otros como el desarrollo y aplicación de nuevos materiales o del diseño y construcción de lanzaderas espaciales así como la adquisición/desarrollo de satélites artificiales; aclarando de paso que no se manifiesta que no haya esfuerzos o interés en estas áreas, la invitación apunta a que se reflexione sobre qué hacer para que estos esfuerzos rindan frutos con una velocidad y medida mejores.

Por último, deseo hacer un reconocimiento al trabajo de nuestros autores y colaboradores, ellos se constituyen en las alas de la aeronave en la que volamos. Sin su conocimiento, entusiasmo y aporte no sería posible cumplir los propósitos trazados



**A**t reaffirming the achievement of the Air Force in the technological field through a qualified human talent, it is proposed a series of challenges that seek innovation and development of capacities permitting our institution keeping the leadership in National Aviation; this not only reaches modernization of equipments and aircrafts, but also it comes from our people attitude, who must be motivated and supported in the initiatives focused on getting the development of devices and equipments to get the autonomy that identifies the countries which enter on the cutting edge issue of these topics.

At the non Commissioned Officers School as an added value, through the Academical Group trains students in aeronautical certification topics for sistemas and equipments as support for logistics operations, according to what was mentioned before, normativity, regulation, surveillance and conunselling in aeronautical , regulation processes are strengthen.

At developing at scale economies in search of necessities it seeks amplifying the real capacity to our needs that provide benefitis to different sectors and thus the combined operations will open doors for agreement and interchange of knowledges in new technologies.

With the purpose of improving investigation, the Air Force promotes the complementary training in areas that permit diminishing the gap towards other fields of knowledge giving access to interchanges with other countries and cultures that will bring us encouraging and assimilation of new challenges.

Captain Adriana Mercedes Medina Medina  
Investigation Squad Commander

OD15. Patricia Cadena Caicedo  
Editor

**A**l reafirmar el logro de la Fuerza Aérea en el campo tecnológico por medio de un talento humano calificado, se propone una serie de retos que busca la innovación y desarrollo de las capacidades permitiendo a nuestra Institución mantenerse en el liderazgo de la aviación Nacional; esto no solo se logra con la modernización de los equipos y aeronaves, sino que se inicia desde la misma actitud de nuestra gente, a quienes se les debe motivar y apoyar en las iniciativas enfocadas a lograr el desarrollo de dispositivos y equipos para obtener la autonomía que identifica a los países que se encuentran a la vanguardia de estos temas.

En la Escuela de Suboficiales como valor agregado por medio del Grupo Académico capacita a sus estudiantes en temas de certificación aeronáutica para sistemas y equipos como apoyo a las operaciones logísticas, por lo anterior se fortalecen los procesos de normatividad, regulación, vigilancia y asesoría en calidad aeronáutica.

Al desarrollar las economías de escala se busca ampliar la capacidad real a nuestras necesidades que beneficiarán a los diferentes sectores y de esta forma las operaciones combinadas abrirán puertas para convenios e intercambio de conocimientos en nuevas tecnologías.

Con el propósito de mejorar la investigación, la Fuerza Aérea promueve la formación complementaria en áreas que permiten disminuir la brecha hacia otros campos del conocimiento dando acceso a intercambios con otros países y culturas que nos llevará a fomentar y asimilar nuevos retos.

Capitán Adriana Mercedes Medina Medina  
Comandante Escuadrón Investigación

OD15. Patricia Cadena Caicedo  
Editora



# ¿IMPACTÓ LA ACREDITACIÓN AL MEDIO EDUCATIVO CASTRENSE?

## ENVIRONMENTAL IMPACT EDUCATION ACCREDITATION CASTRENSE

Por: ASD2. Olga Terreros Carrillo\*

**ABSTRACT:** The certification policy in high standards for Higher Education Institutions has overcome a great impact in the educational culture, impact that of course has been received by IES belonged to Military Forces, that deserve this acknowledgement and therefore have experienced the change in their military culture. Attending the previous issue, this article aims becoming in a point of analysis and reflections over the profits received by the entrance in the military environment in certification process, wishing bearing in mind implicitly in the reader to own the flags to defend the achievements and the demands in the active participation in the educational growing through acknowledged high quality process.

**key words:** Certification, Military, Quality, IES, cultural change, Self Evaluation, paradigm, Training School, CNA, autonomy

**RESUMEN:** La política de acreditación en altos estándares para las Instituciones de educación Superior ha generado un gran impacto en la cultura educativa, impacto que por supuesto ha sido recibido por las IES, pertenecientes a las Fuerzas militares, que gozan de este galardón y por ende han vivenciado la experiencia en el cambio de su cultura castrense. Atendiendo a lo anterior, el presente artículo pretende convertirse en punto de análisis y reflexión sobre las bondades recibidas por la incursión del medio castrense en los procesos de acreditación, deseando dejar tácitamente en el lector apropiar las banderas de la defensa de los logros obtenidos y de la exigencia en la participación activa en el crecimiento educativo Institucional por medio de procesos de calidad reconocidos

**Palabras claves:** Acreditación, Castrense, calidad, IES, cambio cultura, autoevaluación, paradigma, escuelas de formación, CNA, autonomía

---

Fecha de recepción: 6 de junio de 2014

Fecha de aprobación: 11 de junio 2014

---

\*Terreros Carrillo Olga Esperanza. Administradora Educativa de la Universidad San Buenaventura, Especialista en Docencia Universitaria, Universidad Santo Tomás de Aquino, Magistra en educación con énfasis en política educativa de la Pontificia Universidad Javeriana. Jefe de Acreditación Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea Colombiana



## INTRODUCCIÓN

Hace una década, el pensar en incursionar en el mundo de acreditación de programas e Institucional como IES, para la Escuela de Suboficiales de la FAC, se enmarcaba como se tituló en artículos anteriores de esta misma revista en: “una utopía educativa”. Correspondía a un sueño a largo plazo que de una manera u otra tocaría los muros en los que se resguardaban las experiencias y conocimientos evaluados solo para y por militares.

Fue así como la ESUFA, pionera en estos procesos, incursionó en el camino diseñado por el Consejo Nacional de Acreditación para lograr demostrar a la comunidad académica el modo específico y único que enmarcaba el mundo educativo castrense; mundo desconocido para algunos y desvirtuado por otros.

Es significativa la importancia que tiene este hecho, ya que no solo se trataba de iniciar un proceso de verificación de indicadores de calidad; sino de romper un paradigma que así no se quisiera aceptar, existía, y correspondía al perfil que externamente se tenía del militar común, enmarcado en su bajo impacto como profesional, investigador, generador de conocimiento, docente nato y demás aspectos atinentes al universo de la educación superior.

Paralelamente a esta ruptura de paradigmas, se encontraba el hecho de la doble responsabilidad social que la Escuela posee en cuanto a demostrar su excelencia educativa, y su compromiso como militar colombiano. Habría que decir también, que este hecho colocaba a la institución en un trabajo arduo cuyo objetivo tendría que culminar en la óptima construcción de un modelo educativo de “hibridación”, que respondiera a las exigencias de la formación castrense y a las directrices de la Educación superior.

Llegando al núcleo de la disertación, podemos parafrasear aquí, (plagiando al científico Rodolfo Llinás): *“éramos la cenicienta de la educación, tratando de ir al baile de la Educación superior”*. Pese a la dificultad y gran trabajo que implicaba apostarle a la acreditación, la Escuela de Suboficiales logra los propósitos manteniéndose desde el 2006 en los privilegiados puestos guardados por el Ministerio de Educación Colombiano

para los programas e Instituciones de excelencia educativa. Es decir; no solo asistíamos al baile...nos convertíamos en invitados especiales.

Es decir: Gracias a la acreditación nos hicimos “visibles” en el espectro educativo. Pero, retomando el título de este artículo: en cuanto al impacto de la acreditación al medio educativo castrense, aseguramos, que subyace al reconocimiento obtenido, la construcción año tras año, de una nueva cultura educativa y autoevaluativa, con la apertura a una democracia educativa en un medio totalmente vertical, donde se crearon espacios de reflexión académica con participación de los asesores civiles concedores de la academia, los directivos que aunque ostentaban el poder, no siempre ostentaban el conocimiento de los escenarios educativos, pero han participado activamente con acertada gestión, Los oficiales, suboficiales, administrativos y demás actores en pro de la construcción de academia.

Elemento esencial que de igual forma ha impactado al medio, es el referido a la globalización de los conocimientos y experiencia tecnológica de los suboficiales de la Fuerza Aérea, globalización que se da por la apertura hacia el conocimiento, apertura hacia compartir los logros, hacia la participación activa en múltiples escenarios educativos reconocidos, ya sea para desarrollo de convenios en pro de la investigación y producción, como para asegurar el mejor “equipo de combate” que ante un mundo reinventado puede tener el militar: su conocimiento, su profesionalismo, su capacidad para colocar la tecnología para la guerra, al servicio de la paz.

Aquí vale la pena hacer una pequeña digresión, referida a la importancia demostrada de lograr ejecutar un proyecto durante una década, con los ajustes correspondientes, pero respetado su horizonte, por parte de los diferentes directores de la Institución, que aunque teniendo el poder formal, han logrado la simbiosis necesaria con la visión de la acreditación, logrando paso a paso el crecimiento de la Institución y por ende del Suboficial de la Fuerza Aérea Colombiana.

Sorprende comprobar, el impacto del proceso de acreditación en la organización administrativa de la escuela, la cual educativamente responde a las

funciones de la educación superior, a la creación de entes organizativos netamente académicos, como Jefes de programas, decanos, jefes de investigación, programas de extensión, dependencia de internacionalización y un amplio etcétera; todos ellos, respondiendo a indicadores de calidad educativa conectados con planes de mejoramiento continuo, es decir; un engranaje que aunque para algunos es tortuoso, asegura el crecimiento institucional.

Ahora bien, el preparar a la Institución militar en el mundo educativo, ha sido proyectarla, hacia los tiempos de paz, que seguramente vendrán, donde la escuela estará inmersa en el mundo altamente competitivo de una educación estratégica que desvirtúe la carencia de equidad social, hecho que hará carne la misión de salvaguardar el país.

Nótese entonces, que el impacto de la acreditación puede pasar desapercibido o fácilmente escondido bajo cortinas de humo, al pretender que éste es solo un conjunto de tareas desarticuladas que se pueden organizar al propio acomodo por arte de magia, sin estar inmerso en los amplios objetivos tácitos de ésta. Es así como el impacto mayor del camino de la acreditación, puede pasar desapercibido por años ante los ojos de los reacios al cambio de la Institución y sorprender a quienes están en la zona de confort laboral, ya que ha sido un cambio lento, pero preciso. Al haber logrado un cambio en la cultura educativa, un cambio en la mirada de los profesionales egresados que son la semilla que dará frutos, será muy difícil retroceder. Ya no se tratará de simples cambios de programas o proyectos, ya se tratará de borrar un impacto que ha sido certero en el pensamiento del egresado gracias a la batalla ganada de la excelencia educativa.

No pareciera necesario después de lo expuesto recalcar en todos aquellos aspectos que tácita o directamente, gracias a la acreditación han impactado a la organización de formación militar de la Escuela de Suboficiales y por ende a la Fuerza Aérea, sin embargo; a modo de corolario se considera necesario enumerar las huellas dejadas en el camino a la excelencia : reconocimiento formal de las competencias como IES, enriquecimiento de la comunicación académica, generación de reformas curriculares , fortalecimiento de la investigación, cambios en formas de

gestión académica impregnada de las características de dirección castrense, apertura a intercambio académico con variadas universidades, visibilidad en el sector educativo, fortalecimiento de la cultura de la autoevaluación y autorregulación, diversificación de la oferta educativa, aseguramiento de la transparencia en los procesos, procesos de capacitación y profesionalización de docentes catapultado hacia maestrías y doctorados con la consiguiente afectación a los procesos de docencia de la Institución.

Hasta este punto y atendiendo a la extensión del artículo, se ha tratado de resaltar en forma somera la huella que la acreditación ha dejado en la cultura educativa militar, pero, es prudente advertir y reflexionar sobre el débil hilo del que suspende lo conseguido al momento de enfrentarlo a un aspecto que es inherente al modelo castrense que lo sigue diferenciando en alta medida del ámbito corriente de la academia universitaria: el modelo en la toma de decisiones.

Al respecto conviene aclarar, que la aseveración muy personal, atiende a un llamado a la permanente reflexión sobre los verdaderos fines de la acreditación, en cuanto al cambio de una cultura, de un pensamiento, de un ser, a un llamado a no decirse solamente autónomo, sino a actuar como tal. Es decir: “la tarea está hecha”. Ya no somos la cenicienta. Estamos acreditados. Hemos sido impactados por la excelencia educativa y parafraseando al Dr. Luis Enrique Silva, Coordinador del Consejo Nacional de Acreditación de Colombia : *“El estar acreditados... es un gran problema”*

Finalmente, invito a la comunidad académica de la Escuela de Suboficiales de la FAC, ante este nuevo proceso de renovación para la acreditación en el que estamos inmersos, a evitar las trincheras del conformismo académico y continuar en la lucha para ganar la nueva batalla de la excelencia educativa.

**“La calidad no es un destino fijo, es un viaje, una idea en ascenso hacia su ideal, una utopía posible, pero inalcanzable”.**

*Padre Alfonso Borrero*

# LA MEMORIA HISTÓRICA DE LA FAC, UNA PERSPECTIVA DESDE LA IDENTIDAD DEL SUBOFICIAL

## THE HISTORICAL MEMORY OF THE FAC, A PERSPECTIVE FROM THE NON COMMISSIONED OFFICER IDENTITY

Por: OD15. Marisol Romero Parra\*

**ABSTRACT:** The historical memory is the rebuilding or narration of the past from a collective or a group. This rebuilt is intervened by subjectivity of subjects that narrate this memory and the compilation of events and facts, as the contribution from the past to the future of the history. *“neither is adequate propose passing the page, just like that. As someone said in a formal conversation, who would think passing a page without reading it? A valuable Future can never be built over quicksand of memory lakes”* (Aniorte, p 9). This preliminary report of investigation, permits discovering these narrations of institutional historical memory from a very particular point of view, but not less important: from the Non Commissioned Officer viewpoint. This narration, identifies a historical memory perspective into two aspects: from the **DOCTRINE** and from the **IDENTITY**. From the doctrine through learnt lessons, from skills and failures that have contributed to the operative efficiency of the institution, and the second aspect from the identity as the institutional affiliation of this collective to its Force built by actions, facts and values that the past has left to the institution.

**key words:** Historical memory, narration, identity, Non Commissioned Officer, Colombian Air Force.

**RESUMEN:** La memoria histórica es la reconstrucción del pasado por parte de un individuo, colectivo o un grupo. Esta reconstrucción es mediada por la subjetividad de los sujetos que narran esta memoria y por la compilación de eventos y hechos, como la contribución del pasado al futuro de la historia... *“tampoco es adecuado proponer pasar la página, tal cual. Como decía alguien en conversación formal, ¿a quién se le ocurre pasar una página sin antes haberla leído? Un futuro valioso no puede nunca construirse sobre arenas movedizas de las lagunas de la memoria...”* (Aniorte, p 9) Este reporte preliminar de investigación, permite descubrir esas narraciones de memoria histórica institucional desde un punto de vista muy particular, pero no menos importante: desde la óptica del suboficial. Esta narración, identifica la perspectiva de memoria histórica en dos aspectos: desde la **DOCTRINA** y desde la **IDENTIDAD**. Desde la doctrina a través de las lecciones aprendidas, de los aciertos y fallas que han contribuido a la eficiencia operativa de la institución, y el segundo aspecto desde la identidad como la filiación institucional de este colectivo a su Fuerza construido por las acciones, hechos y valores que el pasado le ha legado a la institución.

**Palabras clave:** memoria histórica, narración, identidad, suboficial, Colombian Air Force.

---

Fecha de recepción: 10 de junio de 2014

Fecha de aprobación: 20 de junio de 2014

Como bien sabemos, la memoria histórica es la preservación de hechos en el tiempo de los pueblos o colectivos. Es el atesoramiento del pasado como baluarte generacional y como legado para reconstruir a través de las letras y las palabras la memoria cuya caducidad se confina en la finita vida humana.

Por ello es necesario aludir y evocar el pasado para comprender el origen, el sentido y valorar la razón del ser y el ser del estado y nuestras instituciones, que para nuestro interés particular en la Fuerza Aérea constituye identidad, y es precisamente esta memoria histórica la que ha empoderado la institución. Entiéndase este como un empoderamiento de la misión y visión de la fuerza a través de la historia como antecedente y proyección institucional: *“En general, la recuperación de la memoria histórica es un proceso integral que abarca toda la temporalidad humana, ya que el redescubrimiento del pasado (conocer qué pasó) tiene como sentido la proyección hacia el presente (reconocimiento, reparación, dignificación)”*. (Carlos M. A., 2009)

Esta indiscutible razón, justifica la reconstrucción de la memoria histórica de la Fuerza Aérea a través de sus miembros: hombres y mujeres cuya trayectoria ha nutrido el presente de la Fuerza Aérea, y que además atesoran el patrimonio que el tiempo les ha heredado. Por ello, la cuestión ahora es indagar qué saben y qué trascendencia le dan los miembros a la historia de la Fuerza Aérea, qué hitos o hechos históricos conocen y cuál es el valor histórico que estos le atribuyen: Sólo quienes conocen su historia, generan vínculos de pertenencia e identidad: Los temas alrededor de la memoria histórica tienen más relación con el futuro que con el pasado: *“Las interpretaciones que hacemos de la historia y del presente siempre están mediatizadas por nuestros intereses, creencias, experiencias, percepciones y posicionamientos, más o menos evidentes. Indagamos el pasado desde el presente pero con la vista proyectada hacia el futuro”*. (Carlos M. A., 2009)

De acuerdo con estas consideraciones, el ejercicio de reconstrucción de la memoria histórica se hace a partir de esa evocación del pasado, que más que rescatar o exponer una reliquia o relatar un hecho o proeza histórica, es una relectura de todo aquello que

ha contado y ha definido la Fuerza como institución y como patrimonio a través de la herencia temporal de los eventos que concatenados dejan un precedente para los efectos a posteriori. *“Según la figura de moral de entrepreneurs de Becker, ...en los ámbitos político, académico y cultural que ejercen la memoria como acto, asumiendo la labor de la disputa interpretativa de sentido que rebasa el problema de conocimiento del pasado y se vincula, como se ha insistido, con el sentido presente y futuro de acontecimientos ocurridos, pero también de las relaciones que anteceden y se imponen a partir de los mismos.”* (Antequera, 2011)



Es por ello que el relato de la memoria histórica de la Fuerza Aérea Colombiana a través de las narrativas de la suboficialidad genera otro sentido de memoria histórica para la institucionalidad pues cobra otro escenario de enunciación legitimando de esta manera una nueva perspectiva de evocación de la memoria y la visibilización de su historia: una historia relatada o redefinida a través de las voces de su cuerpo operativo.

Dentro de las primeras indagaciones de memoria histórica que el cuerpo de suboficiales de carrera se encontraron los siguientes relatos:

Para los suboficiales de carrera, preservar la memoria histórica de la institución, tiene dos objetivos claves: **FORTALECER LA DOCTRINA**: Conocer el aporte de las operaciones aéreas y un segundo objetivo clave de la memoria histórica institucional: **REITERAR Y RATIFICAR LA IDENTIDAD**. Ello obedece a la

necesidad de conservar y reiterar los antecedentes históricos como prevendas de la constitución de la institución hoy en día: “nos adentramos en un siglo XXI lleno de incertidumbres a futuro y aún plagado de duras herencias del pasado. ¿Llegaran a ser compatibles los olvidos premeditados, selectivos, con la sociedad global del conocimiento y la información? Sin duda, los procesos de recuperación de la memoria histórica se constituyen en uno de los principales baluartes para que las sociedades no olviden quienes son y cómo han llegado a serlo.” (Aniorte, 2009).

El primer aspecto: La justificación del FORTALECIMIENTO DE LA DOCTRINA a través de la memoria apunta a la comprensión del origen y la evolución de las operaciones aéreas. Para los suboficiales en ejercicio los antecedentes y los predecesores: sujetos, héroes operaciones aéreas y medios o vehículos para ejecutar las operaciones aportan LECCIONES APRENDIDAS para rescatar y continuar las estrategias aprendidas y no desconocer o repetir los errores del pasado.

Enunciaciones como: “la memoria histórica permite conocer los orígenes de la institución, así como sus

logros y actividades desarrolladas en el pasado, vitales para conocer nuestro presente y proyectar el futuro”, “tenemos bases para mejorar y proyectarnos hacia el futuro, “...de nuestra historia se genera la doctrina y debemos conocer como inició y evolucionó nuestra fuerza” o “es el mecanismo mediante el cual se conservó la evolución y el desarrollo de la FAC a través de la historia<sup>1</sup>” dan cuenta de las trascendencia de las acciones y como sus efectos han dejado huella en estas narraciones de memoria histórica.

Respecto del segundo objetivo, la reiteración o ratificación de la identidad, hay una cierta relación entre este aspecto y el FORTALECIMIENTO DE LA DOCTRINA, pues la identidad se ha constituido a través de las lecciones aprendidas y del legado que las acciones operativas o estratégicas de la FAC han generado impacto y valor institucional. Ello en reconocimiento como institución que la memoria histórica le ha atribuido. Enunciaciones como: “para realzar la trascendencia de la Fuerza y su intervención decisiva en el marco del conflicto” o “es la única forma de preservar la memoria de los héroes caídos que ofrendaron su vida por la democracia<sup>2</sup>”



<sup>1</sup> Estas expresiones fueron recopiladas de una encuesta preliminar hecha a los suboficiales a partir de cinco preguntas abiertas.

<sup>2</sup> Estas expresiones fueron recopiladas de una encuesta preliminar hecha a los suboficiales a partir de cinco preguntas abiertas.

En consecuencia, los referentes provistos por la historia institucional a las narraciones de la memoria histórica han legitimado esa identidad, pues al nombrar y valorar esos referentes se reconoce o atribuye un valor. Ese valor, está fundamentado precisamente en todo aquello que ha sido enunciado desde la memoria colectiva, pero, que desde la visión particular del suboficial se ha replicado: “De ahí que La memoria no sólo sea una facultad cognitiva o psicológica, sino es un fenómeno social. Así, al configurarse narrativamente, la identidad en virtud de la(s) memoria(s), la identidad es una trama que ha de tener un sentido que le permita al sujeto individual o colectivamente contarse para no negarse, sino, por el contrario afirmarse a sí mismo...” (Cristancho, 2013)

En este orden de ideas, la narración de la memoria histórica institucional desde la identidad del suboficial revela que la historia es más que un referente para ratificar el ser y el deber ser de la institución en esencia, es el legado que la historia a dejado a todos y cada uno de los suboficiales en el ejercicio de la misión y visión institucional.

## REFERENCIAS

1. Anierte, M. (2009). *Miradas a los espejos ¿porqué la recuperación de la memoria histórica?*. La recuperación de la memoria histórica y sus dilemas. Textos Universitarios para la reflexión crítica. Recuperado, Junio 4 2014.
2. Antequera Guzmán, J. D. *MEMORIA HISTÓRICA COMO RELATO EMBLEMÁTICO*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. 2011.
3. Betancourt Echeverry Dario. *MEMORIA INDIVIDUAL, MEMORIA COLECTIVA Y MEMORIA HISTÓRICA, O SECRETO Y LO ESCONDIDO EN LA NARRACIÓN DEL RECUERDO*. UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA (2.009).
4. Cristancho, J. (2013). *LOS CONCEPTOS SUJETO Y SUBJETIVACIÓN POLÍTICA-PROPEDEÚTICA PARA UNA REFLEXIÓN*. Recuperado, Mayo 31 de 2014.

## WEBGRAFIA:

1. <http://www.revistapueblos.org/old/spip.php?article13>.
2. <http://www.centrodememoriahistorica.gov.co>
3. <http://historiacritica.uniandes.edu.co/view.php/834/index.php?id=834>
4. <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/RCE/article/view/856/871>
5. [https://www.academia.edu/5814862/Escuela\\_y\\_Políticas\\_de\\_la\\_Memoria\\_de\\_la\\_violencia\\_en\\_Colombia\\_una\\_mirada\\_a\\_los\\_estandares\\_de\\_competencias\\_en\\_Ciencias\\_sociales](https://www.academia.edu/5814862/Escuela_y_Políticas_de_la_Memoria_de_la_violencia_en_Colombia_una_mirada_a_los_estandares_de_competencias_en_Ciencias_sociales)
6. <http://nodulo.org/ec/2003/n011p02.htm>

# DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN DE CONTROL EN TIERRA PARA UNA AERONAVE NO TRIPULADA DE CORTO ALCANCE

## DESIGN AND CONSTRUCTION OF GROUND CONTROL STATION FOR A CLOSE-RANGE UNMANNED AERIAL VEHICLE

Ing. Rafael Mauricio Cerpa Bernal, PhD\*., Ing. Pedro Luis Jiménez Soler, MSc\*\*.,  
Ing. Daniel Agudelo Noreña\*\*\*, Esp. Andrés F. Téllez Velásquez\*\*\*\*, Daniel F. Salamanca Torres\*\*\*\*\*

**ABSTRACT:** The progress in Unmanned Aerial Systems around the world have been useful to supply military or civil needs in environments where humans have limited access and to optimize processes that can be managed from the sky. Therefore, automation methods have been implemented to make the systems operation independent during the mission development and to carry out the desired parameters by the operator. To make the autonomous flight successful, it is necessary the implementation of a Ground Control Station (GCS) with software and equipment that allow mission tracking, since it is planned until it is accomplished. By this reason, this paper takes into account the control station design and construction for a close-range unmanned aerial vehicle, with a technical description of its architecture, main components, operation advantages and standing out key concepts related to navigation and telemetry in a short way.

**Key Words:** Ground Control Station, Unmanned Aerial Vehicle, Autopilot, Mission Planning, Flight Telemetry Data.

**RESUMEN:** Los avances en los sistemas aéreos no tripulados alrededor del mundo han sido de gran utilidad para suplir necesidades civiles o militares en ambientes donde el hombre tiene un acceso limitado y para optimizar procesos que pueden ser gestionados desde el cielo. Por lo tanto se han implementado métodos de automatización para que el funcionamiento de dichos sistemas sea totalmente independiente durante el desarrollo de su misión y que cumpla con los parámetros deseados por el operador. Para que el vuelo autónomo sea exitoso, se hace necesaria la implementación de una estación de control en tierra (GCS) que contenga software y equipos que permitan hacer un seguimiento de la misión desde que se planea hasta que se cumple. Por tal razón, en este artículo se contempla el diseño y construcción de una estación de control para aeronaves no tripuladas de corto alcance, con una descripción técnica de su arquitectura, componentes principales, ventajas de funcionamiento y destacando de manera breve conceptos clave relacionados con la navegación y la telemetría.

**Palabras clave:** Estación de control en tierra, aeronave no tripulada, piloto automático, planificación de misiones, telemetría de vuelo.

---

Fecha de recepción: 12 de junio de 2014

Fecha de aprobación: 20 de junio de 2014

---

\*Ing. Rafael Cerpa Bernal MSc. PhD. Investigador Principal grupo AeroTech, Profesor Asociado, Universidad de San Buenaventura, Bogotá  
rcerpa@usbbog.edu.co

\*\*Ing. Pedro Luis Jiménez Soler, MSc. Investigador Principal grupo AeroTech, Profesor Asociado, Universidad de San Buenaventura, Bogotá  
pjimenez@usbbog.edu.co

\*\*\*Ing. Daniel Agudelo Noreña, Esp. Investigador Principal grupo AeroTech, Profesor Asistente, Universidad de San Buenaventura, Bogotá  
dagudeo@usbbog.edu.co

\*\*\*\*Andrés Felipe Téllez Velásquez. Auxiliar de Investigación grupo AeroTech / Estudiante de Ingeniería Aeronáutica, Universidad de San Buenaventura, Bogotá  
Secretario de la Rama Estudiantil AIAA/USBBOG, aftellez@academia.usbbog.edu.co

\*\*\*\*\*Daniel Felipe Salamanca Torres. Auxiliar de Investigación grupo AeroTech / Estudiante de Ingeniería Aeronáutica, Universidad de San Buenaventura, Bogotá  
Presidente de la Rama Estudiantil AIAA/ USBBOG, dfsalamanca@academia.usbbog.edu.co

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas no tripulados contemplan varios componentes a tener en cuenta. El primero es el sistema de vuelo, compuesto por el casco de la aeronave y todos los equipos de control instalados a bordo [1]. El segundo componente es el vínculo de comunicaciones que incluye transmisores, receptores y antenas. Por último, la estación de control en tierra (GCS), en donde se encuentran los equipos y aplicativos específicos que facilitan la interacción del operador en tierra con la aeronave, así como planear, ejecutar y ejercer control sobre las operaciones aéreas.

Otra función fundamental de la GCS es la de permitir la visualización y posterior análisis de los parámetros de vuelo, obtenidos a través de sensores de telemetría, que informan en tiempo real la actitud de la aeronaves, así como velocidades reales y relativas.

Debido a la importancia de este último componente, este proyecto contempla el diseño y desarrollo de una GCS para el monitoreo y control de una plataforma de vuelo de corto rango. Se define brevemente su estructura interna, detalles del modelado en 3D y la descripción de los componentes electrónicos que mantienen activa la transferencia de datos entre la aeronave y sus operadores. Luego se presentan los resultados obtenidos de su funcionamiento.

El objetivo es lograr entender que tecnología de punta es integrada en un sistema confiable, de fácil transporte, de peso moderado, que transmite gráficos de calidad, con un bajo consumo de energía eléctrica dándole la autonomía suficiente para desplegarse en escenarios donde no se dispone de un suministro de corriente eléctrica regular.



Figura 1. Estación de control en tierra para una aeronave no tripulada de corto alcance.

## ARQUITECTURA GLOBAL DEL SISTEMA

Una plataforma de vuelo está compuesta por el vehículo no tripulado y la carga útil que este lleva a bordo como los sensores o cámaras, mientras que la estación se compone de varios dispositivos electrónicos y un ordenador portátil. Al integrar estos elementos junto con diferentes sistemas de comunicación, control y posicionamiento, se puede decir que se cuenta

con un sistema aéreo no tripulado, que por sus siglas en inglés se conoce como UAS.

Cuando se habla de la arquitectura de un sistema aéreo no tripulado, se hace referencia al arreglo de las interconexiones y flujo de información que hay entre los subsistemas de la estación de control [2]. Desde la estación de control el operador debe comunicarse con la aeronave en tiempo real para



dirigir el plan de vuelo o ir monitoreando y actualizando la misión de acuerdo a las necesidades que se vayan presentando, dicha conexión se conoce como up-link y por su parte la aeronave devolverá telemetría, imágenes y video al operador, lo que se conoce como down-link [3].



Figura 2. Arquitectura del Sistema GCS

### ELEMENTOS PRINCIPALES DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

En la Figura 3 se muestra un esquema de transferencia de información simple, compuesto de módems, transmisor, receptor, amplificadores y antenas. El módem cumple la función de modular y demodular las señales que se transmiten, lo que se traduce en un proceso por el cual se modifican las cualidades de una onda de señales digitales en señales analógicas o viceversa para obtener una mejor transmisión y recepción de la información, desde los datos que transmite la aeronave hasta la salida de datos que recibe el ordenador. Las antenas son dispositivos que convierten las señales eléctricas en ondas electromagnéticas de radiofrecuencia RF que contienen la información. Por su parte el transmisor emite la señal portadora, garantizando su estabilidad para que al llegar al receptor esta pueda ser transformada para reducir los ruidos y las distorsiones y así garantizar que los datos que llegaron en forma de video, imágenes o sonido serán reproducidos en tiempo real y con la mejor fidelidad posible [3].

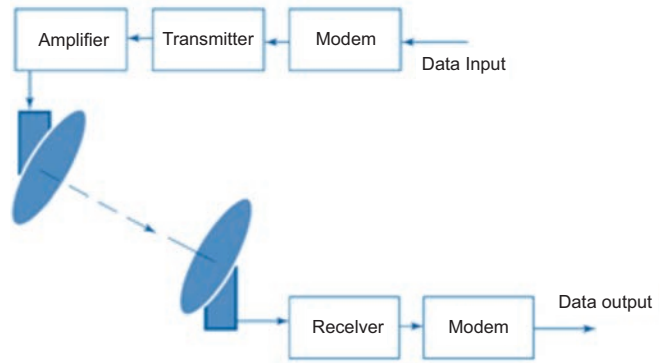


Figura 3. Diagrama del sistema de comunicación [3].

### PARÁMETROS DE DISEÑO

La principal restricción durante el proceso de diseño es la facilidad de transporte de la GCS y obtener acceso fácil y rápido a todas las conexiones y componentes electrónicos en caso de que necesiten ser reemplazados o se requiera instalar uno adicional. Como parámetro inicial de diseño para las dimensiones, se cuenta con un maletín de seguridad de aluminio dentro del cual se deberán acondicionar los diferentes componentes eléctricos que se describirán más adelante, esto con el fin de hacer que la estación sea portable, confiable y ocupe el menor volumen posible.

De acuerdo al espacio disponible dentro de la maleta, se selecciona el tamaño de la pantalla, la cual debe ser adecuada para lograr una imagen nítida y de alta definición. Además, se tiene presente que los materiales y elementos de sujeción usados sean resistentes, de bajo costo, confiables y simples de instalar.



Figura 4. Componentes principales adecuados al interior de la GCS

## COMPONENTES ELÉCTRICOS

La estación cuenta con antenas y dispositivos receptores de señales electromagnéticas. Los principales son el ordenador portátil y el sistema de piloto automático Micro-Pilot 2028LRC®. Para la radiocomunicación se dispone de un Receptor de A/V con su antena de frecuencia de 5.8 GHz, dos antenas clover-leaf de 900 MHz y 2.4 GHz, un Tv-Box para convertir la entrada de video A/V en VGA para exportar la señal a una pantalla LED de 15" y visualizar el video en tiempo real.

Además, posee un inversor de corriente de 700 vatios para convertir la entrada de corriente continua en una salida de corriente alterna para alimentar el TV-Box. Por otra parte, la fuente energética son 3 baterías de litio-polímero de 3 celdas y 11,1 voltios cada una con una capacidad total 13200 miliamperios hora.

Como componentes complementarios se cuenta con un cronómetro para monitorear el tiempo de las misiones, un voltímetro análogo para hacer seguimiento del consumo energético y dos disipadores de calor, uno para el panel de superior que contiene la pantalla y otro para el panel inferior donde se almacena el módulo de tierra del piloto automático, con el fin de evitar zonas de sobrecalentamiento y de esta manera proteger los componentes. En la Figura 4 se muestra la disposición de los componentes descritos anteriormente. A continuación se describen los componentes que integran el sistema en tierra.

### Computador Panasonic CF-52.

Ordenador portátil semi-resistente que garantiza la durabilidad y portabilidad bajo fuerzas externas. Fue diseñado por Panasonic® para soportar fuertes vibraciones, golpes por caídas, derrame de líquidos, golpes de otros objetos, temperaturas extremas y cualquier tipo factores ambientales o de manipulación que puedan afectar sus sistemas internos. Su composición externa está hecha en aleaciones de magnesio. Este se usará para operar el programa de ordenador HORIZONmp que es un software de control en tierra para la planeación y ejecución de la misión, ajuste de variables de vuelo, simulación y seguimiento de la aeronave mientras se desempeña en todas las fases. El software brinda una interfaz sencilla pero a su vez es un programa robusto por sus comandos y configuración.



Figura 5. Computador Panasonic Toughbook

### Módulo en tierra Piloto Automático MicroPilot 2028LRC®

El sistema Micropilot 2028LRC® es la base fundamental de la navegación automática que guía vehículos aéreos no tripulados (UAV). Además, brinda la posibilidad de controlar varios parámetros de vuelo, tales como mantener una velocidad crucero, altitud y control durante las fases de despegue, aproximación y aterrizaje. Adicionalmente, permite al operador introducir coordenadas de GPS para la creación de planes de vuelo antes y durante las misiones, siendo este uno de los sistemas de navegación automática más confiables por su sistema redundante en la comunicación de la aeronave durante la misión, obtención de datos de telemetría, y configuración de los parámetros de vuelo [4].



Figura 6. MicroPilot 2028LRC®

## REQUERIMIENTOS DEL SOFTWARE

La estación en tierra funciona para soportar un software de adquisición, manipulación y visualización de datos. Este software lo proveen los fabricantes del piloto automático que para este caso corresponde a HORIZONmp.

El objetivo es que el operador se encuentre en un entorno digital emulando una cabina de vuelo con todas las herramientas e indicadores necesarios para controlar la aeronave remotamente [4]. Este debe contener como mínimo:

- Horizonte Artificial.
- Indicador de Viraje y Coordinación.
- Brújula.
- Indicador de Velocidad.
- Altímetro.

Además de sistemas de advertencia y monitoreo que brinden información sobre:

- Indicador de Actitud
- Aceleración.
- RPM del Motor.
- Voltaje de las Baterías.
- Temporizador.

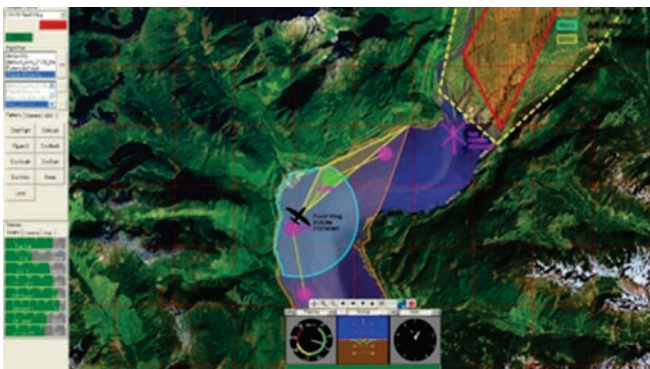


Figura 7. Interfaz de Usuario HORIZONmp.

## REPRESENTACIÓN DIGITAL DE LA ESTACIÓN

Con ayuda del software CATIA V5 se realiza un modelo detallado que describe la ubicación los componentes eléctricos dentro del maletín sin incluir el ca-

bleado. Lo más importante de esta fase es diseñar los paneles que protegerán el equipo y los cuales servirán de soporte para ubicar elementos como el voltímetro, los disipadores, adaptar los conectores de las antenas y soportar la pantalla. La importancia de que el modelo sea muy preciso y que los paneles queden con las medidas exactas reside en que a partir de ese modelo se obtienen los planos que son identificados en una máquina de corte láser para la fabricación de estas piezas y además para que en el momento de su instalación todo ensamble sin inconveniente. En caso de que se requiera hacer modificaciones futuras por la instalación de algún nuevo sistema, se cuenta con la ventaja de tener los paneles parametrizados, lo que facilita hacer modificaciones en un corto tiempo y con gran precisión. A continuación se muestra la representación digital de la estación.



Figura 8. Representación digital de la estación de control en CATIA V5

## CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLE

Después del modelado completo de la GCS con la herramienta CATIA V5, teniendo en cuenta la geometría de los sistemas, su distribución, tolerancias, sistemas de cierre del maletín, y ajuste de los componentes en la estructura, se desarrolló un proceso evaluativo de cada parte y se definió cada uno de los materiales y elementos de sujeción que satisfagan los requerimientos de operación. Los paneles de soporte superior e inferior fueron fabricados en acrílico de 3 milímetros de espesor, debido a su alta resistencia mecánica, bajo peso y acabado. Al interior del maletín, se incluyeron estructuras en madera que garantizan el soporte de los paneles principales.



Figura 10. Fabricación de los paneles en cortadora láser

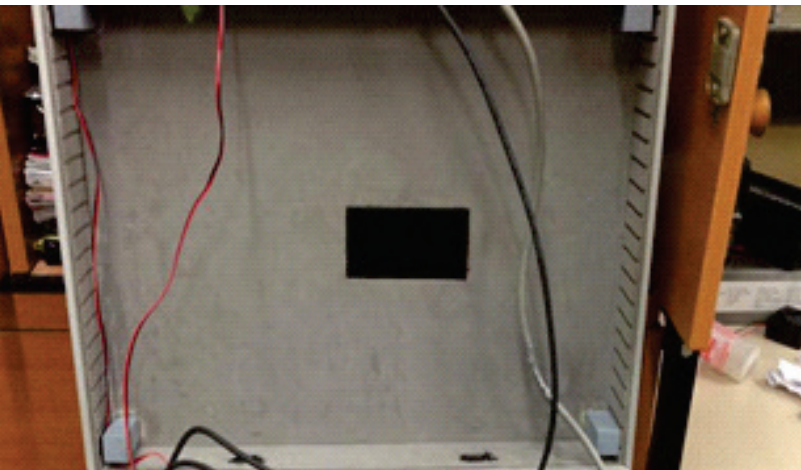


Figura 11. Soportes en la zona de la pantalla.

Teniendo el diseño definido, se procedió a hacer los cortes de los paneles que darán la estructura rígida a la estación de control, integrando un diseño estético para darle un valor agregado. Por un lado, se cortan los paneles que estarán estáticos y por otro unas láminas que por medio de un mecanismo de bisagras se podrán abrir y cerrar para proteger la pantalla cuando el maletín esté cerrado y para evitar que el brillo sobre la pantalla afecte la visibilidad mientras está en funcionamiento.

Después del corte de todos los componentes, se verificó que las medidas y tolerancias incluidas en la visualización digital, coincidieran con el modelo real. La figura 12 muestra la distribución preliminar de to-

dos los componentes en el compartimento inferior. Para sujetar cada dispositivo del sistema se optó por utilizar velcro en la cara en contacto con el maletín, dándole la facilidad al operador de retirar para inspección, mantenimiento, cambio de componentes, todo sin poner en riesgo la integridad estructural de la estación. Cuenta con una zona de fácil acceso para que el operador pueda energizar la estación, disipadores de calor y medidor de voltaje.



Figura 12. Distribución de los componentes al interior de la estación de control.

Al final de la etapa de construcción y ensamble de la estación se hace un contraste entre lo diseñado y lo obtenido como se muestra en la imagen a continuación.

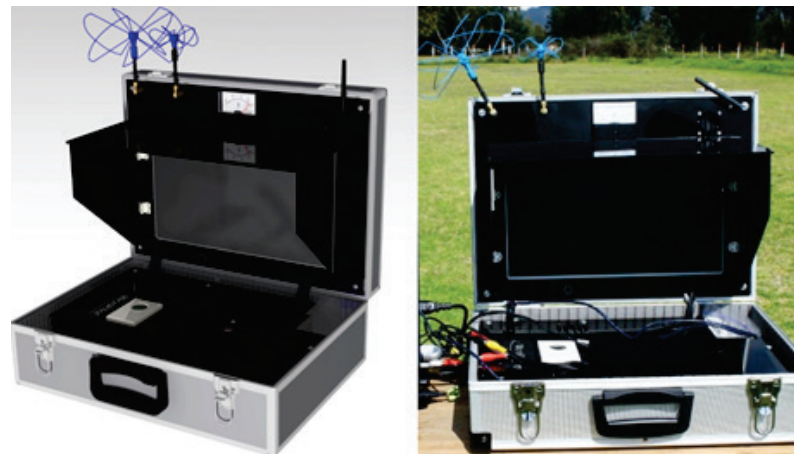


Figura 13. A la izquierda el modelo 3D, a la derecha el resultado final

### CONSUMO ENERGÉTICO

El consumo energético de la GCS se puede visualizar conectando la fuente de poder y la entrada de corriente a un Watt-Meter, sin tener en cuenta el ordenador portátil porque este va conectado a una fuente externa a las baterías. Las baterías LiPo poseen la capacidad en mili-Amperios por hora (mAh) e indican la capacidad de energía que pueden almacenar y devolver durante su descarga. Esto se hace con el fin de conocer la autonomía de la GCS para una misión, lo que se traduce en el tiempo de descarga  $t_d$  que viene dado por:

$$t_d = \frac{\text{carga eléctrica batería}}{\text{consumo eléctrico dispositivo}} \quad (1)$$

Luego de hacer las mediciones para una variación de cada 0.1 A/h se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 1. para las dos baterías que alimentan el sistema de video.

Consumo (A/h)	Tiempo (s)	$\Delta$ Tiempo (s)
0.020	139	139
0.120	280	141
0.220	421	141
0.320	563	142
0.420	705	142
Tiempo Promedio		141

Por lo cual, conociendo que las dos baterías del sistema de video suman en total 8000 mA y que el consumo se da de 100 mA por aproximadamente cada 2.35 min, se aplica la ecuación (1):

$$t_d = \frac{8000 \text{ mA}}{\frac{100 \text{ mA}}{2.35 \text{ min}}} = 188 \text{ min} \quad \boxed{t_d \cong 3 \text{ horas}}$$

La autonomía de 3 horas es la más adecuada para el cumplimiento de la misión de aeronaves con autonomía de 40 min.

### PLANEACIÓN Y EJECUCIÓN DE LA MISIÓN

En el momento de comprobar el funcionamiento de la GCS y luego de saber la misión que se va a ejecutar, se deben conocer muy bien las capacidades de la aeronave y el espacio donde se va a operar. Es importante conocer muy bien el terreno, los límites políticos, zonas prohibidas para el vuelo, localización de caminos, zonas pobladas y posibles factores que produzcan interferencia con el receptor o el radio-control. Un plan da el primer paso cuando se definen los waypoints o coordenadas geográficas en el ordenador, para establecer qué ruta debe seguir el vehículo aéreo ya que son una combinación entre latitud, longitud y altitud. Dentro del plan también se debe tener en cuenta cuál va a ser la máxima tasa de ascenso y descenso, la velocidad máxima y mínima y el radio mínimo de giro. Todos estos parámetros pueden ser definidos en el software HORIZON<sup>mp</sup>.

Se debe tener un equipo encargado de operar la aeronave desde diferentes áreas, en especial cuando la misión es compleja y requiere de muchos detalles. Los roles más comunes son el Operador Principal (AVO) y el Operador Secundario en la misión (MPO). El primero se encarga de controlar la aeronave durante el despegue, las operaciones en vuelo, aterrizaje y operaciones en tierra, mientras que el segundo gestiona toda la información recolectada en la GCS. En algunas ocasiones se incluye también un Comandante de Misión, que se asegura de que todos los objetivos se cumplan, un Manager de Comunicaciones que es responsable de verificar que todos los sistemas y subsistemas estén transfiriendo información y se comuniquen entre sí, un Especialista de Inteligencia quien analiza la información más a profundidad que el Operador Secundario y soluciona posibles problemas de manera oportuna y por último un Observador Climático, que está al tanto de los pronósticos del clima y predice la meteorología para misiones de larga duración, que aplicarían más cuando se habla de misiones militares o de mayor complejidad. Para una estación como esta es suficiente contar con tres operadores principales.



Figura 14. Pruebas de los sistemas de la GCS en Aeronave Kadet Senior.

## PROYECCIÓN DE DESARROLLO DE GCS

Con los nuevos avances en dispositivos tecnológicos cada vez más pequeños, se requiere estar a la vanguardia y por eso el siguiente paso es pensar en una estación de control que sea de fácil movilidad para cualquier tipo de operadores. Incluso, que su interfaz sea tan sencilla que cualquier persona con un vehículo aéreo no tripulado pueda darle una misión con simplemente oprimir un botón sin necesidad de tener conocimientos sobre cómo funciona un sistema aéreo. La proyección es desarrollar una estación ligera LGCS (Light Ground Control Station) que permita monitorear un vuelo autónomo desde un dispositivo móvil como una tablet o un Smartphone. Es un avance que está tomando fuerza en varios países y el objetivo es impulsar ese desarrollo para hacer los sistemas no tripulados, herramientas provechosas para cualquier tipo de público.

## RECONOCIMIENTOS

Los autores agradecen especialmente al semillero de investigación SANT (Semillero de Aeronaves No Tripuladas) por la oportunidad de desarrollar y estar abiertos a nuevas tecnologías aeronáuticas y a los estudiantes de la Rama estudiantil AIAA quienes fueron un apoyo constante en la realización del proyecto.

## REFERENCIAS

1. D. Agudelo and P. Jiménez, Metodología de diseño de aeronaves no tripuladas, teoría y fundamentos, Madrid: Editorial Académica Española, 2012.
2. R. Austin, Unmanned Aircraft Desing, West Sussex, UK: John Wiley & Sons Ltda., 2010.
3. J. Gundlach, Designing Unmanned Aircraft Systems: A comprehensive approach, Manassas, Virginia: AIAA, 2011.
4. Micropilot Inc., "Micropilot Autopilot Installation & Operation," 2005.
5. A. Philip, Development of a UAV ground control station, Msc. Thesis, 2002.

# GENERALIDADES DE LOS SIMULADORES DE VUELO

## OVERVIEW OF FLIGHT SIMULATOR

Por: Ing. Nelson Javier Rodríguez\*

**ABSTRACT:** This article shows generalities and characteristics that flight simulators must have, as well as it shows advances in technologies like the ones provided by virtual reality, permit developing more sophisticated flight simulators systems and with major performances.

**Key words:** Flight simulators, simulation, virtual reality, head mounting display, HDM, IR tracking, Stewart Platform.

**RESUMEN:** En este artículo se muestran las generalidades y características que deben tener los simuladores de vuelo, así mismo se muestran como los avances en tecnologías como las proporcionadas por la realidad virtual permiten desarrollar sistemas de simuladores de vuelo más sofisticados y con mayores prestaciones.

**Palabras claves:** Simulador de vuelo, simulación, realidad virtual, head mounting display HMD, tracking IR, plataforma Stewart.

---

Fecha de recepción: 9 de junio de 2014

Fecha de aprobación: 20 de junio de 2014

## INTRODUCCIÓN

### BREVE HISTORIA DE LOS SIMULADORES DE VUELO [1]

Desde los inicios de la aviación, el volar siempre fue muy riesgoso, con los primeros intentos de volar también vinieron los primeros accidentes y las primeras víctimas. Fue así como desde un comienzo, diversas alternativas fueron usadas para que los pilotos pudieran sentir la sensación de volar sin realmente hacerlo. El “Sander

---

\* Docente Investigador grupo Tesla Escuela Suboficiales Fuerza Aérea Colombiana ESUFA , Investigador grupo GIDAM Universidad Militar Nueva Granada UMNG  
nelsonhenge@hotmail.com

Teacher” fue uno de los primeros simuladores, era un aeroplano completo montado en una articulación universal, orientada hacia el viento con capacidad de girar y de inclinarse libremente, otro simulador de vuelo de los comienzos de la aviación, fue desarrollado en 1910 a partir de un barril montado en un marco giratorio.

Durante la Primera Guerra mundial, se probaron nuevos sistemas, los cuales fueron perfeccionándose y en 1930 dio origen al “Link Trainer”, este sólo simulaba movimientos mecánicos, aunque posteriormente se le incluyeron Instrumentos de control y fue utilizado por algunos países durante y después de la Segunda Guerra Mundial.



Figura 1. Simulador “Sander’s Teacher”[4]



Figura 2. Simulador “Early Link Trainer” [4]

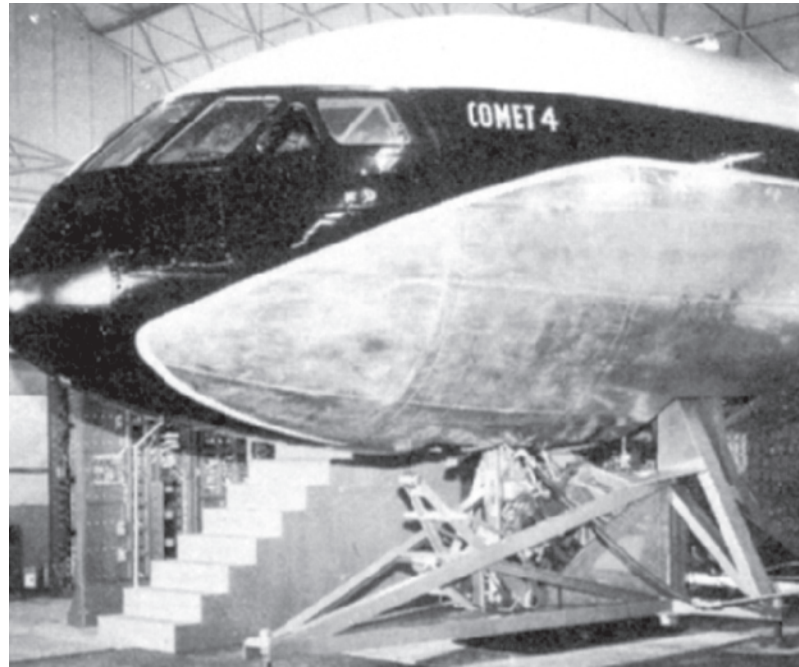


Figura 3. Simulador “Redifon Comet 4B on Motion” [4]

En 1940 las computadoras analógicas (basadas en amplificadores operacionales) fueron usadas para resolver las fallas en vuelo, dando lugar a los primeros simuladores electrónicos. En 1948, Curtiss-Wright desarrolló un simulador para el Stratocruiser de Pan American, siendo el primer simulador de vuelo completo, utilizado por una aerolínea, y aunque no se había simulado movimiento ni vistas exteriores, la cabina entera y sus instrumentos funcionaban de forma que la tripulación lo encontró muy efectivo. A partir de ese momento los sistemas de movimiento llegaron y se instalaron a finales de los años 50, fue durante este periodo que apareció el helicóptero, y los primeros simuladores para este tipo de aeronave, en 1960 con el uso de computadoras digitales, se dieron origen a una nueva era.

En 1969 fueron desarrollados simuladores para aerolíneas, con actuadores hidráulicos controlando cada eje de movimiento, los simuladores empezaron a ser construidos con seis ejes de movimiento tanto para aviones como helicópteros (cabeceo, balanceo y alabeo para los movimientos angulares, movimientos horizontales, verticales y laterales). A partir de 1977, los simuladores de aerolínea, empezaron a adoptar las nuevas cabinas en donde los computadores estaban instalados en el interior de éstas.



Actualmente los modernos simuladores de vuelo incluyen complejos sistemas de control que simulan los movimientos y vibraciones de la aeronave, siste-



Figura 4. Simulador "CAE A380 Simulator"

mas computarizados que replican las diferentes condiciones de vuelo como climas, fallas técnicas, fallas humanas, etc.



Figura 6. Simulador de vuelo básico [2].



Figura 5. Vista externa simulador de vuelo real [1].



Figura 7. Vista interior simulador de vuelo Helicoptero Squirrel [3].

## DEFINICIÓN SIMULADOR DE VUELO

Un simulador de vuelo es un sistema que intenta replicar, o simular, la experiencia de volar una aeronave de la forma más precisa y realista posible. Los diferentes tipos de simuladores de vuelo van desde videojuegos

hasta réplicas de cabinas en tamaño real montadas en actuadores hidráulicos (o electromecánicos), controlados por sistemas modernos computarizados.

Los simuladores de vuelo son muy utilizados para el entrenamiento de pilotos y personal técnico en la

industria de la aviación, el entrenamiento de pilotos militares, simulación de desastres o fallas en vuelo y desarrollo de aeronaves [5].

Estos sistemas también pueden ser utilizados para crear bancos de pruebas para instrumentos reales y para capacitación en general de los diferentes sistemas de las aeronaves.

### VENTAJAS DE LOS SIMULADORES DE VUELO

Desde el comienzo de la historia de la aviación se evidenció que la implementación de simuladores de vuelo permite obtener algunas ventajas como:

**Reducción de costos:** para simular una condición de vuelo no se requiere poner en vuelo la aeronave real, con la consiguiente reducción de combustible, personal, logística, etc.

**Replica de fallas sin peligro:** gracias a los simuladores se pueden reproducir diferentes condiciones de falla para que los pilotos y personal a bordo implemente las acciones requeridas para recuperar el correcto funcionamiento de la aeronave, sin poner en peligro la integridad de la tripulación y de la aeronave.

**Instrucción de personal:** Con los simuladores de vuelo se puede dar instrucción sobre el funcionamiento de la aeronave, sin recurrir a la aeronave real.

**Implementación de bancos de prueba para instrumentos reales:** Con los simuladores de vuelo se pueden recrear escenarios reales (temperatura, presión, posición, etc) para probar instrumentos reales de vuelo.

**Simulación de diferentes tipos de aeronaves:** Los programas de computador de vuelo utilizados en simuladores de vuelo como Flight Simulator X tienen más de 40 aeronaves diferentes para volar.

### SIMULACIÓN DE VUELO

Los simuladores de vuelo requieren crear sensaciones y funcionalidades muy próximas a la realidad las cuales se basan principalmente en dos componentes fundamentales:

- La cabina
- Plataforma de sensación de movimiento

En la cabina encontramos los siguientes componentes:

- Hardware de controles, interruptores, pulsadores, indicadores analógicos y digitales., los cuales tienen una interfaz hardware con el software de simulación que permiten replicar los indicadores y controles de la cabina en el simulador.
- Hardware de proyección de imágenes, conjunto de monitores o proyectores de alta definición que permiten visualizar la cabina y el exterior del avión.
- Sonido, este sistema debe crear la sensación de sonido de una avión el cual debe ser un sonido envolvente de alta calidad.
- Sistema de realimentación de fuerza, son sistemas Hápticos que permiten que el usuario del simulador sienta las mismas fuerzas y vibraciones que en un simulador real.

### APLICACIONES DE LA REALIDAD VIRTUAL A LOS SIMULADORES DE VUELO

La realidad virtual (VR) es una ciencia basada en el empleo de ordenadores y otros dispositivos, cuyo fin es producir una apariencia de realidad que permita al usuario tener la sensación de estar presente en ella. Se consigue mediante la generación por ordenador de un conjunto de imágenes que son contempladas por el usuario a través de un casco provisto de un visor especial. Algunos equipos se completan con trajes y guantes equipados con sensores diseñados para simular la percepción de diferentes estímulos, que intensifican la sensación de realidad. Su aplicación, aunque centrada inicialmente en el terreno de los videojuegos, se ha extendido a otros muchos campos, como la medicina o las simulaciones de vuelo [7].

Los simuladores de vuelo son en general sistemas de Realidad Virtual (VR), dentro de los desarrollos que esta disciplina ha aportado al desarrollo de simuladores de vuelo tenemos:

## HEAD-MOUNTED DISPLAY O HMD

El head mounting display o HMD es un dispositivo de visualización similar a un casco, que permite reproducir imágenes creadas por ordenador sobre un “display” muy cercano a los ojos o directamente sobre la retina de los ojos.

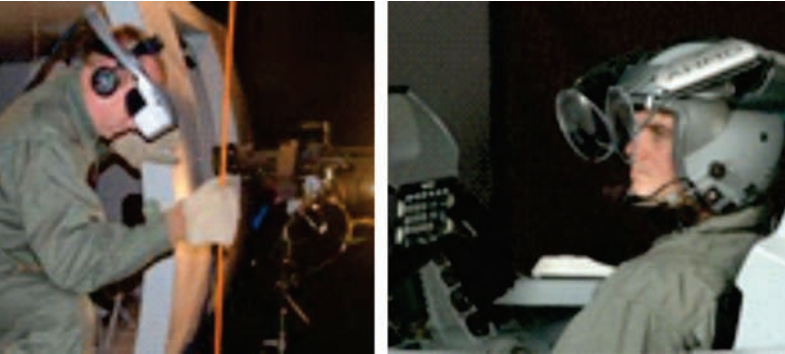


Figura 8. Head Mounted Display HMD utilizado para generar imágenes de realidad virtual en un simulador de vuelo.[8]



Figura 9. HMD utilizados en simuladores de vuelo [16].



Figura 10. Imagen generada por un HMD [9].

## TRACKING IR PARA HMD

Son marcadores de luz infrarroja IR que le permiten al software de realidad virtual del simulador de vuelo conocer la posición de la cabeza del piloto o la tripulación y con base en esta generar las imágenes adecuadas para dar una sensación de inmersión en la cabina, suelen ir incorporados en el HMD.



Figura 11. Sistemas de seguimiento de cabeza tracking IR para dar una sensación de inmersión en la simulación [10].

## SISTEMAS DE REALIMENTACION HAPTICA

En los simuladores de vuelo se utilizan controles tipo joystick para comandar la aeronave, en la vida real estos controles realimentan sensaciones de fuerza al

piloto indicando vibraciones, fuerzas, tensiones, saturación de controles, choque con objetos; sin embargo en la mayoría de los simuladores convencionales estos controles no cuentan con esta característica de realimentación de fuerza, la cual un buen simulador de vuelo debe proporcionar, los avances en la realidad virtual proveen controles de realimentación Háptica o de fuerza que dan esta funcionalidad.



Figura 12. Dispositivos Hápticos o de realimentación de fuerza, dan mayor sensación de realidad a los controles de un simulador de vuelo [11].

### SISTEMAS DE VISUALIZACION TIPO CUEVA O CAVE:

Una cabina de un avión es un sistema donde encontramos imágenes en las tres dimensiones.



Figura 13. Una cabina de una aeronave es un sistema de imágenes tridimensionales. [12]

Los simuladores de vuelo convencionales cuentan con 1,2,3 o más monitores para visualizar las imágenes que se ven en la cabina del avión, este tipo de sistemas no reproduce fielmente la visualización de imágenes que debe tener un buen sistema de realidad virtual utilizado en un simulador de vuelo.



Figura 14. Sistema de visualización con 3 monitores NO da una completa sensación de inmersión visual en el simulador [13].

Los avances en la tecnología de la realidad virtual han desarrollado sistemas inmersivos tipo "cave" o cueva donde se reproducen las imágenes tridimensionales que debe reproducir un buen simulador de vuelo.





Figura 15. Sistemas de visualización tipo CAVE para simuladores de vuelo. [14]

Si solamente el piloto va a utilizar el simulador de vuelo, el sistema tipo CAVE se puede reemplazar por un HMD con un sistema de tracking IR.

### SISTEMAS DE GENERACIÓN DE MOVIMIENTO

Un avión es un sistema dinámico el cual presenta movimientos angulares y lineales en el espacio tridimensional, por lo tanto un sistema de simulador de vuelo debe tener sistemas que reproduzcan fielmente los movimientos de la cabina o el avión, estos sistemas generalmente son robots manipuladores paralelos con 6 grados de libertad tipo plataforma de Stewart.

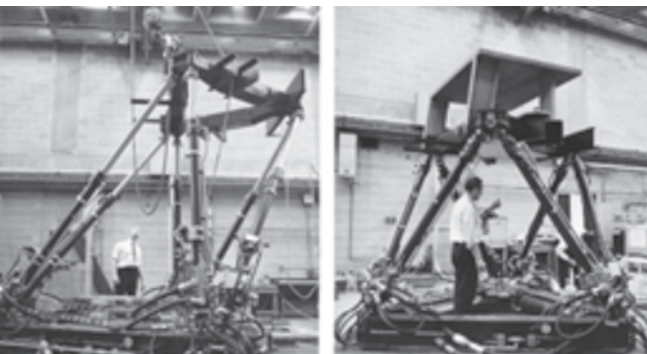


Figura 16. Plataformas de Stewart utilizadas en simuladores de vuelo [15].

Este tipo de sistemas reproduce los movimientos del avión para dar una completa sensación de realidad en el simulador de vuelo.

### CONCLUSIONES

- Un buen simulador de vuelo debe replicar fielmente todas las condiciones de vuelo y funcionalidades de un vuelo y una aeronave real.
- Un simulador de vuelo debe dar al piloto y la tripulación una sensación inmersiva y fiel de las sensaciones, imágenes y sonidos que se dan dentro de una cabina en un vuelo.

- Los avances en las tecnologías de la realidad virtual permiten que los simuladores de vuelo sean cada vez más reales.
  - Las ventajas que dan los simuladores de vuelos a las fuerzas armadas que los han incorporado son numerosas.
14. <http://www.scoop.co.nz/stories/PO1111/S00647/new-a109-helicopter-training-simulator-for-air-force.htm>
  15. [http://en.wikipedia.org/wiki/Flight\\_simulator](http://en.wikipedia.org/wiki/Flight_simulator)
  16. [http://www.armedforces-int.com/gallery/military\\_aviation\\_training/avcatt-ah-64d\\_01.html](http://www.armedforces-int.com/gallery/military_aviation_training/avcatt-ah-64d_01.html)

## REFERENCIAS

1. <http://www.generacion.com/usuarios/834/simuladores-vuelo-su-utilidad-entrenamiento-tripulaciones-aereas>.
2. <http://www.abadiadigital.com/simulador-de-vuelo-de-17250-dolares/>
3. <http://www.airforce-technology.com/features/featureair-force-innovation-private-sector-military/featureair-force-innovation-private-sector-military-2.html>
4. [http://web.aeromech.usyd.edu.au/vsfs/sim\\_history.html](http://web.aeromech.usyd.edu.au/vsfs/sim_history.html)
5. [http://es.wikipedia.org/wiki/Simulador\\_de\\_vuelo](http://es.wikipedia.org/wiki/Simulador_de_vuelo)
6. [http://www.microsoft.com/games/flightsimulatorx/product\\_info.html](http://www.microsoft.com/games/flightsimulatorx/product_info.html)
7. [http://es.wikipedia.org/wiki/Realidad\\_virtual](http://es.wikipedia.org/wiki/Realidad_virtual)
8. <http://www.avionics-intelligence.com/articles/2011/09/army-considers-developing.html>
9. <http://www.virtasim.com/Projects>
10. <http://www.roadtovr.com/2013/04/26/immersi-ght-positional-tracking-hmd-translation-5322>
11. <http://allaboutroboticsurgery.com/forcehaptic-feedback.html>
12. <http://foros.aviacol.net/aviacion-militar-internacional-f15/cazabombardero-f-16-t235.html>
13. <http://spanish.alibaba.com/product-free-img/flight-simulator-108820789.html>

## AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a la profesora Alicia Martínez a la profesora Patricia Cadena por su apoyo para la elaboración de artículos para la revista Tecnoesufa y al TS. Omar Morales, Capitán Sierra y demás jefes de las tecnologías por su apoyo a las actividades de investigación.

# PROYECTOS ESPACIALES LATINOAMERICANOS: ¿NOS ESTAMOS QUEDANDO ATRÁS?

## LATIN PROJECT SPACE: ARE WE FALLING BEHIND?

\*Jhonathan Orlando Murcia Piñeros, MSc

\*\*José Gregorio Portilla Barbosa, PhD

**ABSTRACT:** In this communication we describe the origin and short-terms plans of several Latin-American space agencies with emphasis in acquisition and development of artificial satellites. Initially we describe the cases of Brazil, Argentina and Mexico and then the cases of Chile, Ecuador, Bolivia, Peru and Nicaragua. After that, the case of Venezuela is described in particular the Miranda satellite (Earth observation). Finally, we address the Colombian case. When comparing the different plans it follows that Colombia shows a significant delay despite the recent creation of the Colombian Space Commission as well as having serious intentions for acquiring functional satellites. However, that purchases are stalled.

**Key words:** Latin-American Space Agencies, Space Projects, satellites.

**RESUMEN:** En esta comunicación se describe la génesis y los planes a corto plazo de las distintas agencias espaciales latinoamericanas, en particular en lo que atañe a la adquisición y desarrollo de satélites artificiales. Inicialmente se comentan los casos más adelantados como son Brasil, Argentina y México, para luego pasar a los casos de Chile, Ecuador, Bolivia, Perú y Nicaragua. Posteriormente se describe el caso de Venezuela y en particular del satélite Miranda, de observación terrestre. Por último se describe el caso colombiano. Comparando los planes, se evidencia un significativo retraso de Colombia pese a haber creado la Comisión Colombiana del Espacio y de haber contemplado la adquisición de satélites artificiales funcionales, cuyos procesos de compra siguen aun paralizados.

**Palabras clave:** Agencias Espaciales Latinoamericanas, Proyectos Espaciales, Satélites.

---

Fecha de recepción: 1 de febrero de 2014

Fecha de aprobación: 11 de junio de 2014

---

\*Observatorio Astronómico Nacional, Universidad Nacional de Colombia  
jomurciap@unal.edu.co

\*\*Observatorio Astronómico Nacional, Universidad Nacional de Colombia  
jgportillab@unal.edu.co

## INTRODUCCIÓN

El mundo del siglo XXI no es concebible sin la tecnología espacial. Gran parte de la tecnología que usamos y disfrutamos proviene de una vasta flotilla de satélites artificiales que orbitan la Tierra. Su uso en comunicaciones, navegación y vigilancia, prevención de desastres, búsquedas de recursos naturales, defensa, exploración del espacio, etc., hace parte de nuestro actual modo de vivir y de la manera como vemos e interpretamos el universo en el que vivimos.

Por el entorno particular que implica la tecnología espacial, su peculiar atractivo al hombre de la calle, uso cada vez más creciente (económicamente hablando) y obvias ventajas en situaciones de carácter bélico, no es de extrañar que las naciones desarrolladas hayan puesto especial atención en el uso de la misma.

En lo que concierne a Latinoamérica solo aquellos pocos países que poseen economías fuertes han realizado importantes progresos tanto en la adquisición como en el desarrollo de tecnologías espaciales que alimenten sus necesidades propias. Para el resto de naciones latinoamericanas relevantes el desarrollo ha sido notablemente más lento, aunque en los últimos años se ha visto una tendencia de algunas naciones a revertir esta situación, algunas encaminadas en la dirección correcta y otras no tanto.

El principal propósito de esta comunicación es describir el estado actual de la adquisición y desarrollo de tecnologías espaciales de algunos países latinoamericanos, dando especial énfasis a Venezuela y, por razones obvias, a Colombia. Este estudio ha de entenderse como una visión resumida e ilustrativa de un tema del que en ocasiones no es posible suministrar información veraz y actualizada. Su objeto no es otro que poner en perspectiva los planes de adquisición y desarrollo de tecnología espacial de naciones del entorno local y contrastarlos con los de Colombia.

## BRASIL, ARGENTINA Y MÉXICO

Como en muchos otros frentes de la ciencia y la tecnología, Brasil va a la vanguardia en tecnología espacial en Latinoamérica debido a su crecimiento económico de acuerdo a los listados del Banco Mundial

(BM) y el Fondo Monetario Internacional (FMI). La decisión del gigante suramericano de adquirir un satélite de comunicaciones fue en gran parte adoptada por una falla del satélite *Intelsat* que suministraba los servicios de transmisión de televisión a Brasil en pleno mundial de fútbol en 1982: el país se vio obligado a solo escuchar la señal de audio de dos de los partidos de su selección, algo que, tratándose de Brasil, resultaba imperdonable. Tres años después fue colocado el satélite de comunicaciones geoestacionario llamado *Brasilsat A1* (el primero comprado por una nación latinoamericana) que duraría 11 años en servicio. Desde entonces y hasta la fecha, la nación carioca ha adquirido otros 8 satélites de comunicaciones geoestacionarios. Sin embargo, pronto Brasil entendió que no deseaba quedar como simple comprador de tecnología espacial. Por ello, en 1994, fue creada la Agencia Espacial Brasileña (AEB), adscrita al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. En la actualidad, casi 20 años después de su formación, la AEB cuenta con varios satélites para el monitoreo de los recursos terrestres, monitoreo y vigilancia de las fronteras (CBERS), satélite de recolección de datos de fuentes hidrográficas (SCD), satélite de monitoreo de recursos naturales (Amazonia-1), satélite para medidas de precipitación de lluvias y clima (GPM) y, más recientemente, el satélite científico para proyectos de astronomía y astrofísica, convirtiéndose de ese modo en el país latinoamericano con mayor influencia en la toma y uso de datos espaciales por medio de satélites, desarrollados a nivel nacional con el apoyo de alianzas con Alemania, Argentina, Francia, China, India, Rusia, Ucrania y EEUU (Duarte, 2011). En la actualidad Brasil no solo desarrolla sus propios satélites sino que le ha apostado a la construcción de sus cohetes portadores tales como el Vehículo Lanzador de Satélites (VLS) o los Vehículos Medios Lanzadores (VML) que se derivan de los cohetes sonda SV30, los cuales se espera que empiecen a operar en el 2014 con apoyo del Centro Aeroespacial Alemán. Para ello, la nación carioca dispone de dos centros de lanzamiento de cohetes: la base espacial de Alcántara y el centro de lanzamiento Barrera del Infierno. A pesar de sus notables avances ha tenido también serios retrasos: en el 2003 acaeció la explosión accidental de un VLS que mató a 23 técnicos afectando de forma significativa el programa. En concreto, Brasil tiene el propósito de ser autónomo e independiente en el sector espacial y tiene planes



para vender sus productos y servicios a otros países en pro de su propio crecimiento industrial (IAE, 2012).

El caso argentino es llamativo, dado que ha mostrado una marcada inclinación a la independencia tecnológica en el campo y, por lo que ha realizado y sus firmes planes hacia el futuro, indican que el país va por un camino promisorio. El país austral creó en 1991 la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) adscrita al Ministerio de Relaciones Exteriores. Si bien es cierto que en su momento el estado argentino compró un satélite de comunicaciones geoestacionario a empresas europeas en 1997 (*Nahuel-1*), ha sido a través de la empresa estatal INVAP (empresa de alta tecnología que se da el lujo de construir desde antenas de radar hasta reactores nucleares) que conciben, diseñan y construyen sus propios satélites. Ya lo han mostrado desde mediados de los años 90s con la serie de satélites SAC (A, B, C y D) construidos en su mayoría para observación óptica terrestre (detección de humedad en suelos, de incendios e inundaciones, medidas de salinidad del agua, etc.) aunque uno de ellos fue construido para propósitos astronómicos. Para 2013 se espera la puesta del primer satélite de la serie SAOCOM de los cuatro que se construirán, también destinados a observación terrestre, pero, a diferencia de los SAC, utilizarán tecnología de radar de apertura sintética, esto es, observarán en microondas. Pero lo más notable es el proyecto de construcción, por parte del INVAP, de tres satélites de comunicaciones geoestacionarios ---uno de los cuales se espera que sea colocado en órbita en el 2013--- a pedido de la empresa estatal argentina de comunicaciones AR-SAT. Si bien es cierto que todos los satélites argentinos en órbita han sido colocados por cohetes de otros países, Argentina va en camino de construir por sus propios medios un cohete llamado Tronador 2, cuya elaboración está a cargo la empresa estatal Veng. De tres etapas y de combustible líquido, este cohete colocará satélites entre 200 a 400 kg de masa en órbitas bajas polares. Se espera su primer vuelo para finales del 2015 o inicios del 2016.

Transcurridos cuatro meses después de la puesta en órbita del *Brasilsat A1*, México colocó su primer satélite, también de comunicaciones y geoestacionario, llamado *Morelos 1*, de construcción y puesta en órbita de empresas estadounidenses. Desde entonces ha

adquirido otros ocho satélites geoestacionarios (serie Solidaridad, serie Satmex y serie Mexsat) y tiene planeado a corto plazo la puesta de varios más. Con relación a investigación autóctona mejicana en el tema hay que decir que hubo algunos trabajos importantes de investigación, llegándose a construir, en la década del sesenta, una base de lanzamiento (Guaymas, en el estado de Sonora) de pequeños cohetes. Al inicio de la misma década, se creó la Comisión Nacional de Espacio Exterior (CONEE) la que patrocinó trabajos en cohetería, telecomunicaciones y estudios atmosféricos, llegando en 1975 a lanzar el cohete *Mitl 2* que alcanzó una altura de 120 km. Sin embargo, de forma sorpresiva e inexplicable, el gobierno de José López Portillo canceló la CONEE en 1977. Semejante despropósito fue remediado tardíamente: la nueva Agencia Espacial Mexicana fue creada en julio de 2010. Tal vez debido a esto, la información sobre su presupuesto y ubicación en el organigrama del estado no está aun debidamente definida. Finalmente, hay que comentar que en los años 90 se desarrollaron en la Universidad Nacional Autónoma de México dos microsátélites (UNAMSAT I y II) construidos por ingenieros mejicanos. Solo el segundo fue puesto exitosamente en órbita por un cohete ruso y emitió señales para radioaficionados.

## EL CASO DE OTROS VECINOS

La Agencia Chilena del Espacio fue establecida en el 2001 y está adscrita a la Fuerza Aérea de Chile (FAC). Ya antes la nación austral había colocado dos pequeños satélites de observación terrestre en órbita baja (*FASat-Alfa* y *FAS-at Bravo*). Su construcción fue compartida entre ingenieros de la FAC y la empresa inglesa *Surrey Satellite Technology*. El primero, lanzado en 1995, no pudo desprenderse de la última etapa del cohete ucraniano que lo colocó en órbita; el segundo, lanzado por un cohete ruso en 1998, fue exitoso y duró en funcionamiento casi tres años. En diciembre de 2011 Chile colocó su tercer satélite (*FASat-Charlie*) de construcción europea, aunque lanzado por un cohete ruso. El satélite tiene la capacidad de tomar fotografías del terreno con resoluciones que pueden llegar a 1.5 m. Sus usos son múltiples ya que puede realizar diversidad de estudios que van desde agricultura de precisión, ordenamiento territorial, protección de fronteras, prevención y evaluación de catástrofes, etc.

El caso de Ecuador es curioso: de todos los países latinoamericanos es el único que ha realizado investigación en efectos del vuelo espacial en seres humanos. Por sus propios medios, la Fuerza Aérea Ecuatoriana (FAE) adaptó un avión T-39 para la realización de experimentos de microgravedad, en particular sobre niños. Este logro ha sido llevado a cabo por la Agencia Espacial Civil Ecuatoriana (EXA, creada en el 2007) junto con la FAE. Para el año 2013, la EXA espera colocar el primer satélite artificial del Ecuador (un CubeSat llamado *NEE-01 Pegaso*), que, a diferencia del satélite *Libertad-1* (ver más adelante), ha sido construido sin ayuda extranjera, con objetivos claramente definidos (transmisión en directo de imágenes tomadas desde el espacio) y con tecnología de frontera (dotado de paneles solares ultracompactos). Meritorio es el énfasis de EXA en hacer partícipes de los resultados de la misión a los estudiantes de educación básica ecuatorianos.

La Agencia Espacial Boliviana (AEB) fue creada en el 2010 para gestionar el proyecto del satélite geostacionario de comunicaciones *Túpac Katari* que será lanzado a finales de 2013 con apoyo de la Corporación de Ciencia y Tecnología Aeroespacial China (CC-TACH). El proyecto ayudará a que la telefonía móvil, Internet y televisión esté disponible en todo el país; algo importante de resaltar en este proyecto es la inversión del gobierno boliviano en becas para capacitar a 64 profesionales en China con la finalidad de recibir conocimientos tecnológicos y de ese modo mantener y operar adecuadamente el satélite desde una estación terrena que se construirá en territorio boliviano.

Perú no había mostrado mayor interés hacia la adquisición de tecnología espacial hasta que Chile colocó el *FAS-at-Charlie* en órbita. Las palabras del comandante de la FAC (“... el satélite permitirá generar los niveles de disuasión que la política exterior requiere”) fueron suficiente aliciente como para que Perú se animara a la compra de un satélite de observación con el fin de ejercer control y vigilancia de su territorio. La iniciativa es impulsada por la Comisión Nacional de Investigación y Desarrollo Aeroespacial de Perú (CONIDA) que es propiamente la Agencia Espacial del Perú y que depende del Ministerio de Defensa. Se espera que en los próximos meses sea

licitado el contrato que incluirá tanto el satélite como la construcción de la estación de control terrestre.

En Nicaragua, el gobierno de Ortega ya firmó los contratos correspondientes para la adquisición de un satélite de comunicaciones a China denominado Nicasat-1 que se pondrá en órbita en el 2015, dando cobertura a más del 95% del territorio nacional y vendiendo sus servicios a otros países de Centroamérica.

## EL CASO DE VENEZUELA

Hemos reservado una sección particular para comentar el caso de la nación bolivariana, como un importante ejemplo de cómo una país, con la voluntad política de por medio, puede adquirir tecnología espacial sin que se paralicen o malogren los procesos de compra, ni que medien funcionarios que anden cuestionándose repetidamente si vale la pena o no adquirirla o si el vendedor corresponde o no al bloque geopolítico que nos cobija. También nos extenderemos en algunos aspectos sobre el satélite de observación Miranda por el interés que suscita esta nueva capacidad venezolana de poder recabar información sobre cualquier lugar de la superficie terrestre incluyendo, por supuesto, territorio colombiano.

A mediados del año 2004 Venezuela decidió, por sí sola, emprender la tarea de comprar un satélite de comunicaciones. Desde hacía tiempo atrás las naciones que constituían el denominado Pacto Andino (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, y Venezuela) venían contemplando la idea de comprar en conjunto un satélite de comunicaciones que se llamó en su momento *Cóndor* y con posterioridad, *Simón Bolívar*. La idea nunca fructificó por falta de verdadero compromiso entre los involucrados. Venezuela, disponiendo de los recursos y, más importante aun, de la voluntad política, decidió comprar unilateralmente un satélite de comunicaciones. En el 2004 se entablaron conversaciones con Rusia para tales efectos. Sin embargo, nunca se llegó a un acuerdo, puesto que este país colocó objeciones hacia el requerimiento venezolano (muy válido) de incluir en el contrato varias cláusulas de transferencia tecnológica.

En el intertanto se creó, a finales del 2005, el Centro Espacial Venezolano. Poco después pasó a llamarse la Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE). Dicho organismo fue adscrito al Minis-

terio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación. Dentro de sus objetivos iniciales fue la continuidad de la idea de adquirir un satélite de comunicaciones así como la capacitación del personal idóneo involucrado en este proceso y otros más.

En octubre de 2008, esto es, casi tres años después de crearse la ABAE, Venezuela entró a la era del espacio colocando en órbita un satélite geostacionario. De construcción y colocación lograda a través de un contrato con China, el satélite, con una masa cercana a 5.5 toneladas y vida útil de 15 años, pasó a llamarse indistintamente *Venesat-1* o *Simón Bolívar*. El satélite está colocado exactamente sobre el ecuador terrestre y a una longitud de 78 grados oeste, suspendido directamente sobre una zona al norte de la República de Ecuador, casi en la frontera con Colombia. El costo del programa está comprendido entre los 250 a 400 millones de dólares, dependiendo de la fuente consultada. Su función ha sido suplir las necesidades nacionales de tráfico de telecomunicaciones digitales (telefonía, fax, Internet) así como suministrar servicios de comunicación, enseñanza y telemedicina a zonas remotas, lo que tiene un impacto directo en sectores de la población de escasos recursos que habitan zonas de difícil acceso.

Con un satélite de comunicaciones propio en el bolsillo, rastreado y controlado por estaciones remotas construidas en el mismo territorio venezolano, el gobierno de dicho país consideró comprar seguidamente un satélite de observación terrestre como un segundo paso en la adquisición y control de tecnología espacial. Continuando con la cooperación de China se procedió a la compra de un segundo satélite con una función distinta al Simón Bolívar. Este nuevo satélite tendría ahora el propósito de tomar fotografías de la superficie de la Tierra a diferentes resoluciones. El satélite fue inicialmente llamado VRSS-1 (*Venezuela Remote Sensing Satellite*, Satélite Venezolano de Senseo Remoto) firmándose el contrato entre el comprador y el vendedor en mayo de 2011.

El 29 de septiembre de 2012 el satélite de unos 880 kg de peso fue puesto exitosamente en órbita por un cohete Larga Marcha 2D, también de construcción china. Llamado ahora *Miranda*, en honor al célebre patriota venezolano Francisco de Miranda, el satélite está destinado a la observación de la Tierra; ello significa que

tiene la capacidad de tomar fotografías no solo del territorio venezolano, sino de cualquier otro sector de la superficie de la Tierra. Para ello, el tipo de órbita requerida es distinto del de un satélite de comunicaciones ya que lo que se busca es que el satélite esté relativamente cercano a la Tierra (en órbita baja, esto es, con alturas inferiores a los 2000 km). Además, se pretende que el satélite pase al cabo de cierto tiempo por el mismo punto de la superficie de la Tierra bajo las mismas condiciones de iluminación solar. Ello se logra colocando el satélite en una órbita con una inclinación cuasi-polar, ligeramente mayor de 90 grados. Tal tipo de órbita se conoce como *solsincrónica*.

El satélite fue construido por la Academia China de Tecnología Espacial basado en la nave espacial (*bus*) CAST 2000 que tiene un record sobresaliente pues ha sido utilizado en satélites como el *OceanSat 1A* y *1B*, el *Huangjing-A* y *B* así como en satélites de reconocimiento chino de la serie *Yaogan 7, 9, 11, 12* y *14*.

El costo aproximado del proyecto del satélite *Miranda* es de unos 140 millones de dólares, el cual incluyó el precio del satélite propiamente dicho, el cohete que lo coloca en órbita, y la estación remota de control. El satélite está diseñado para una duración de 5 años y para tomar fotografías con una resolución de 2.5 metros (ver Figura 1), aunque otras cámaras tienen resoluciones del orden de 10 a 16 metros. El satélite *Miranda* entró en órbita a las 4:12 de Tiempo Universal Coordinado (11:12 pm del 28 de septiembre hora colombiana). Quedó catalogado por el NORAD (*North American Aerospace Defense Command*) con el número 38782.



Figura 1. Fotografía del aeropuerto internacional de Maiquetía tomada por el Satélite Miranda. Fuente: Agencia Bolivariana para Actividades Espaciales (ABAE).

Los elementos orbitales que permiten ubicar su posición en todo tiempo se pueden ver en la Tabla 1. A partir de los datos contenidos en dicha tabla se puede calcular que el satélite quedó en una órbita de tipo solsincrónica con alturas de apogeo y perigeo de 655 km y 622 km, respectivamente.

N	e	i	$\Omega$	$\omega$	Mr
14.7728	0.0235	98.032	347.783	257.013	136.614

Tabla 1. Elementos orbitales del Satélite Miranda correspondientes al instante 4<sup>h</sup> 34<sup>m</sup> 36.5<sup>s</sup> del 1 de octubre. N es el número de revoluciones en un día, e es la excentricidad, i la inclinación,  $\Omega$  es la ascensión recta del nodo ascendente,  $\omega$  el argumento de latitud del perigeo y Mr es la anomalía media en el instante de referencia. Referencia: National Space Science Data Base (NSSDB).

La colocación exitosa del satélite *Miranda* coloca a Venezuela como una nación que dispone de un dispositivo que le permite observar en principio cualquier región del mundo con una resolución de 2.5 metros, lo suficiente como para poder identificar un automóvil. Ciertamente no puede hacerlo todo el tiempo, pues a causa de la rotación de la Tierra, una vez que pase el satélite por un determinado sitio, en la revolución siguiente, esto es, al cabo de 92 minutos, el planeta se habrá desplazado 24 grados hacia el este, lo que significa que el satélite pasará por un sitio ubicado unos 24 grados hacia el oeste (para sitios en o muy cercanos al ecuador terrestre). Sin embargo, unos cuatro días después, el satélite volverá a sobrevolar otra vez aproximadamente por el mismo sitio.

En el presente el satélite *Miranda* sobrevuela el norte de Suramérica entre las 9: 20 y 10:50 de la mañana hora legal colombiana (dependiendo del día en particular) viniendo de norte a sur e inclinado unos 82 grados con relación al ecuador (ver Figura 2). El satélite atraviesa también Suramérica de sur a norte en tiempos comprendidos entre las 9 y 11 de la noche, pero, por la ausencia obvia de iluminación, tal sobrevuelo es improductivo. Una ventaja adicional con que cuenta la nación vecina es que dispondrá de una estación de control y de recepción construida en territorio venezolano con técnicos debidamente entrenados. Específicamente, la estación estará ubicada en la población de El Sombrero, estado de Guárico. Ello implica una total independencia en la toma de fotografías de cualquier zona de la Tierra que ellos consideren pertinente.

Con este satélite se pueden elaborar mapas cartográficos, así como evaluación y prospección de terrenos, cultivos, valoración de desastres naturales, etc. Es indiscutible, también, que un satélite de observación al terreno tiene sus aplicaciones también desde el punto de vista militar, pues permite valorar movimiento de tropas, vigilancia de fronteras, evaluar recursos tácticos y estratégicos, etc.

## LA SITUACIÓN COLOMBIANA

La Comisión Colombiana del Espacio (CCE) fue creada en julio de 2006 como una organización intersectorial con fines de consulta, coordinación y planificación de políticas nacionales sobre tecnología espacial (Decreto 2442 de 2006). Pese a que la CCE lleva en funcionamiento más de seis años, aun no se ha materializado una política espacial decisiva, seria y coherente que indique un evidente avance en la consecución de logros que permitan afirmar que la nación está entrando en competencia y no esté quedando rezagada frente a las naciones del medio local.

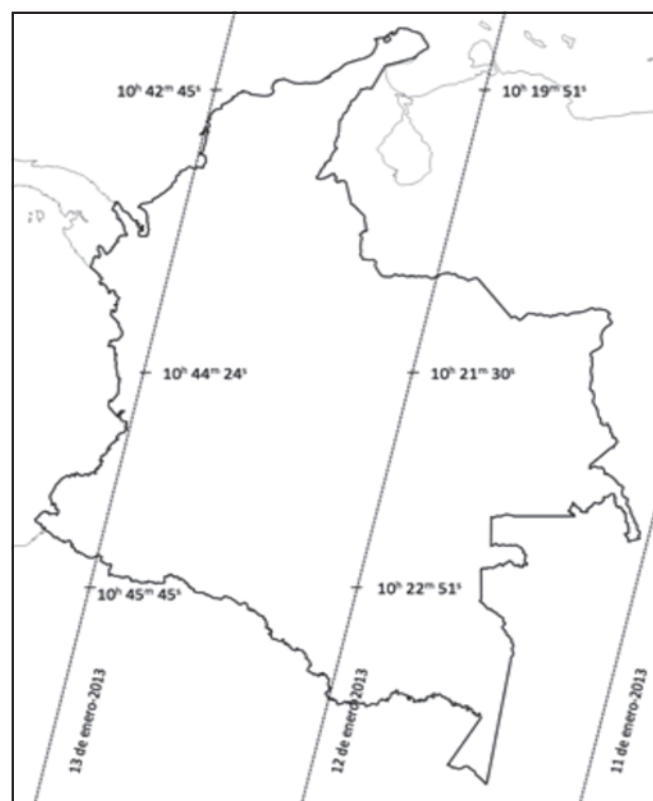


Figura 2. Huella del satélite Miranda sobre Colombia en condiciones de iluminación los días 11 a 13 de enero de 2013. Los tiempos indicados corresponden a la hora local. Cálculo de los autores.

Unos tres años después de conformada la CCE, Colombia consideró seriamente la adquisición de un satélite geoestacionario (SATCOL) para propósito de comunicaciones habiéndose incluso aprobado el dinero (CONPES 3613, 2009). El plan era contar, por fin, con un satélite geoestacionario para el año 2012. Aunque hubo varios vendedores interesados, solo hubo una propuesta válida por parte de una empresa rusa, pero fue rechazada por no satisfacer todos los requerimientos. Poco tiempo después hubo una segunda licitación, quedando, de nuevo, desierta. Con el advenimiento de la administración del Señor Presidente de la República Juan Manuel Santos, el Ministerio de la Información y las Comunicaciones colocó el tema del satélite en el congelador por considerarlo no prioritario argumentando que el interés del nuevo gobierno se concentraría en Internet de banda ancha a través de fibra óptica.

Desde el año 2008 se tiene la intención, de parte del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (quien hasta hace poco tiempo poseía la Secretaría Ejecutiva de la Comisión), de adquirir un satélite de observación terrestre (CONPES 3683, 2010). Sin embargo, los años transcurren y no se ha materializado una decisión al respecto. La realización del Primer Foro de Desarrollo Aeroespacial Colombiano en junio de 2012 permitió conocer de primera mano a los posibles proponentes de diversas ofertas para la construcción y puesta en órbita de dicho satélite. Allí, un oficial de la Fuerza Aérea Colombiana afirmó categóricamente que el país dispondría de dicho satélite para el año 2014. Sin embargo, hasta donde se sabe, no se ha tomado una decisión al respecto, lo que sugiere que reina la incertidumbre y desorientación entre los responsables de su adquisición.

Por lo pronto, la única presencia en el espacio por parte de Colombia se reduce al satélite *Libertad 1* (Joya, 2007). Este objeto (un CubeSat), con un peso de 1 kg y un tamaño un poco mayor al de un cubo Rubik, fue comprado y adaptado por la Universidad Sergio Arboleda, aunque fue concebido originalmente como herramienta propagandística dentro de la plataforma política de un ex-candidato a la Presidencia de la República. Su puesta en órbita junto con la de otros trece satélites, fue a través de un cohete de fabricación ruso-ucraniana. El satélite quedó en órbita en abril de 2007. Su única función fue emitir una señal de radio

por espacio de unos 22 días antes de que se quedara sin batería. Aunque se afirmó, por parte de sus gestores, que la señal de radio contenía “importantes mediciones científicas” consistente en datos de temperatura, a la fecha no existe publicado un reporte técnico de los resultados de las mismas. El objeto, convertido desde entonces en mero desecho espacial, continuará en órbita por varios años más (Portilla, 2013).

Para los próximos años se espera el desarrollo del Cubesat 3U *Libertad 2* de la Universidad Sergio Arboleda con la implementación de tres módulos de Pico satélite para la toma, según se dice, de imágenes terrestres (Joya, 2012). En la Universidad Distrital Francisco José de Caldas desde hace varios años se está desarrollando el picosatélite *Cubesat-UD Colombia-1* con implementación en la telemedicina (Sánchez & Moreno, 2012). Recientemente la Fuerza Aérea Colombiana (FAC) dio a conocer el proyecto para el diseño del nanosatélite *SATFAC 001* dentro del programa espacial de la Fuerza Aérea. Este satélite tendría la capacidad de implementarse en labores de vigilancia y observación de la Tierra, su masa estimada es de 4 kg ubicado en órbita baja de la Tierra, diseñado con tres unidades de Cubesats (Gutiérrez, 2012). Sin embargo, no está claro de cuándo, en el futuro próximo, se colocarían en órbita cada uno de estos satélites.

## CONCLUSIONES

Se observa en años recientes un creciente interés por la adquisición e implementación de tecnologías espaciales en varios países de Latinoamérica. Sobresalen los esfuerzos de Brasil y Argentina, quienes han realizado significativos avances encaminados a ser independientes en materia aeroespacial, sin descuidar la colaboración con varios otros países de distintas latitudes.

Otro grupo de países, que no tienen la tradición científica de los dos países anteriores, han venido adquiriendo satélites artificiales, bien para satisfacer sus necesidades en comunicaciones, observación de su propio territorio y recuperación del orgullo nacional.

Comparando con lo que está ocurriendo en el entorno local, Colombia parece no darse cuenta de su estado de rezago tecnológico en aspectos aeroes-

paciales (y en muchos otros, pero eso es otro tema). La indecisión política como también la inercia de algunos funcionarios no propiamente aptos para el cargo, están dentro de las principales causas de esta situación. Añádase a esto la escasa tradición científico-tecnológica del país que se ve reflejada en la casi total ausencia de formadores de opinión idóneos que en su momento puedan ejercer presión hacia los órganos de poder para que éstos adopten una pronta y adecuada toma de decisiones. No es buena señal que dos licitaciones para la compra de un satélite geoestacionario hayan sido malogradas y que, para rematar, con cambio de administración, se considere que en la misma no haya la intención para su adquisición, mandando a la basura todo el esfuerzo previo, que meritorio o no, se había ido labrando. Tampoco habla bien del Estado el aplazamiento indefinido para la compra de un satélite de observación terrestre más aun cuando Venezuela ya dispone de dicha capacidad. Lo triste es que, cuando surgen situaciones de hecho, como se evidenció en la reciente decisión de la Corte de la Haya que ocasionó la pérdida de una buena porción de mar territorial, no aparezcan por ningún lado los responsables de la desidia, inoperancia e inercia que conllevó a tales situaciones.

Es evidente que se necesita de una política clara y la articulación de los diversos sectores político, militar, académico e industrial en proyectos espaciales concretos de los cuales ya se cuente con la financiación requerida y un equipo de profesionales capacitados para desempeñar estas labores, además de las instalaciones requeridas tales como laboratorios, talleres y campos de ensayo, etc. En la actualidad lo que se tiene es que cada entidad (tanto civil como militar) desarrolla proyectos a pequeña escala pero de manera independiente, sin que haya colaboración entre ellos.

Es claro que el Estado colombiano debe agilizar la creación de la Agencia de Asuntos Espaciales Colombiana con presupuesto propio y dotado de una completa autonomía para ejercer sus proyectos enmarcado en un plan de desarrollo espacial para la nación a corto y mediano plazo, y de este modo hacer ingentes esfuerzos para no quedar a la saga con relación a los demás países de la región (Documento de recomendación del Comité Técnico de Asuntos Espaciales, 2011).

Mientras se desarrollan estos proyectos países de la región como Brasil venden servicios de sus satélites de observación, comunicaciones y meteorológicos a otras naciones; adicionalmente, tales países tienen planes sólidos para el lanzamiento de sus propios cohetes haciendo aun más visible el atraso de nuestra industria y evidenciando las pocas acciones correctivas que se están tomando al respecto. Los pocos proyectos a futuro que se mencionaron anteriormente de satélites en Colombia, a diferencia de los de Brasil y Argentina, no hacen parte de un desarrollo nacional, sino meramente institucional: cada quien hace sus cosas a espaldas del otro, velando por sus intereses particulares.

Un importante aliado en el desarrollo espacial colombiano, como lo ha sido en el medio local, puede ser China, quien no solo tiene los conocimientos para construir los satélites necesarios, sino que también se muestra receptivo a capacitar y realizar transferencia de conocimiento. Sería un buen apoyo internacional en el avance de la futura Agencia de Asuntos Espaciales de Colombia. Sin embargo, aun hay que vencer la postura de algunas mentes decimonónicas que insisten en "seguir mirando hacia el norte", actitud con la que el país no siempre ha salido bien librado. Tratándose del desarrollo tecnológico y de la integridad del país conviene ir mirando hacia otros puntos cardinales.

Para finalizar. No solo es preocupante que el país esté dando largas a la consolidación de una agencia espacial nacional, que permita integrar distintos estamentos hacia la realización de objetivos claros y de largo alcance. Alarma aun más que muestre a las claras una apatía hacia la adquisición de tecnología espacial traducida en la adquisición de satélites que podamos controlar. Naciones vecinas, algunas con menos recursos que los nuestros y que suelen ser tan peyorativamente tratadas por los medios nacionales, sí lo están haciendo. Entonces, ¿en dónde radica el problema?

"Las opiniones y conclusiones expresadas por los autores en ningún caso reflejan las de la Fuerza Aérea Colombiana, el Observatorio Astronómico Nacional o cualquier otra entidad del Estado y deben considerarse como estrictamente personales".

## RECONOCIMIENTOS

Los autores agradecen a los docentes de la Fundación Universitaria Los Libertadores del programa de Ingeniería Aeronáutica Ing. Jairo Medina, Ing. Jesus Barón, Ing. Jairo Emilio Reyes, Ing. Bayron Camino, por sus aportes realizados. También agradecen a los docentes del observatorio Astronómico Nacional.

## REFERENCIAS

1. Decreto presidencial 2442 del 18 de Julio de 2006, "Por el cual se crea la Comisión Colombiana del Espacio".
2. Documento CONPES 3613, "Complemento al CONPES 3579 del 25 de marzo de 2009: lineamientos para implementar el proyecto satelital de comunicaciones de Colombia". 2009.
3. Documento CONPES 3683, "Lineamientos para la formulación del programa nacional de observación de la tierra que incluya el diseño de un programa satelital colombiano". 2010.
4. Documento de Recomendación del Comité Técnico de Asuntos Espaciales, "Para integrar la propuesta de creación de una Agencia Espacial en Colombia". Comisión Colombiana del Espacio (CCE), 2011.
5. Duarte, L., 2011, "Programa Espacial Brasileiro", Rev. Espaco Brasileiro, Agencia Espacial Brasileira. Año 4 Numero 11, Pág. 16-19. Sao Paulo.
6. Fostescue, P., Stark, J., Swinerd, G., 2003, "Spacecraft Systems Engineering", 3 Ed. Wiley, Londres.
7. Gutiérrez, R., 2012, "Programa Espacial FAC, Avances y Proyección" Cuarto Congreso Colombiano en Ciencia y Tecnología Aeroespacial CICTA 2012, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá.
8. Joya, R., 2007, "Desarrollo de Nuevas Tecnologías, Primer Satélite Colombiano en el Espacio, Libertad 1", Rev. Ciencia y Tecnología, Vol. 25, Numero 2, Pág. 46-51, Colciencias, Bogotá.
9. Joya, R., 2012, "Misiones Libertad 1 y Libertad 2" Primer Foro de Desarrollo Aeroespacial Colombiano 2012, Comisión Colombiana del Espacio. Bogotá.
10. IAE, 2012, "Brasil Cria Lancador de Microsatélites Altamente Competitivo", Rev. Espaco Brasileiro, Agencia Espacial Brasileira. Año 5 Numero 13, Pág. 20-21. Sao Paulo.
11. Portilla, J.G., 2013. "La órbita del satélite Libertad 1", Sometido a publicación en la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
12. Sánchez, C., Moreno, A., 2012, "Metodología de Integración para el Picosatelite CUBESAT-UD Colombia - 1" Cuarto Congreso Colombiano en Ciencia y Tecnología Aeroespacial CICTA 2012, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá.
13. Weiland, C., 2010, "Computational Space Flight Mechanics", Springer, Berlín.
14. 2012. National Space Data Center. Disponible en : <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/masterCatalog.do?sc=2012-052A>
15. 2012. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Venezuela. Disponible en: <http://www.mcti.gob.ve/Satelites/Miranda/>
16. 2012. Web de Información espacial. Disponible en: <http://www.infoespacial.com/>

# DISEÑO DEL VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO SOLVENDUS<sup>1</sup>

## DESIGN UNMANNED AERIAL VEHICLE SOLVENDUS

\*Ing. Julio Enoc Parra

**ABSTRACT:** - This article reflects the current state of the design of unmanned aerial vehicle UAV *SOLvendus*, showing the historical process around the aircraft development, where it is considered the trend that carried out in the different phases, besides it describes the major systems and components that characterize it such as: the recognition system, the power supply system for photovoltaic solar panels, the takeoff assisted rockets system, being one reconnaissance aircraft. It takes into account some special considerations for the integration of each system, citing some results obtained in the project.

**Keywords:** Aerodynamics, Solar Aircraft, Aerospace Design, RATO, Unmanned Aerial Vehicle.

**RESUMEN:** El presente artículo refleja el estado actual del diseño de un vehículo aéreo no tripulado denominado *VANT SOLvendus*, mostrando el proceso histórico alrededor del desarrollo de la aeronave, en donde se consideran la tendencia que se ha llevado a cabo en las diferentes fases, además se describen los sistemas y componentes principales que caracterizan la misma como son: el sistema de reconocimiento, el sistema de abastecimiento de energía por paneles solares fotovoltaicos, el sistema de despegue asistido por cohetes, siendo una aeronave de reconocimiento. Se tiene en cuenta algunas consideraciones especiales de la integración de cada sistema, citando algunos resultados obtenidos en el proyecto.

**Palabras claves:** Aerodinámica, Aeronave Solar, Diseño Aeroespacial, RATO, Vehículo Aéreo No Tripulado.

---

Fecha de recepción: 4 de junio de 2014

Fecha de aprobación: 20 de junio de 2014

---

<sup>1</sup>Marco Proyecto: Vehículo Aéreo no Tripulado – VANT SOLvendus (5 fases), Grupo de Investigación en Ciencias Aeroespaciales GICA, Líneas de Investigación Automatización y Transporte y Calidad ambiental y producción más limpia. Facultad de Ingeniería, Programa Ingeniería Aeronáutica, Fundación Universitaria Los Libertadores.

\*Docente – Investigador. Director Grupo de Investigación en Ciencias Aeroespaciales-GICA. Fundación Universitaria Los Libertadores  
jeparrav@libertadores.edu.co



## INTRODUCCIÓN

Los Vehículos Aéreos No Tripulados – VANT, (UAV por sus siglas en inglés) son aeronaves capaces de navegar de manera autónoma, estos en la actualidad utilizan dispositivos electrónicos de control, que permiten navegar sin intervención humana abordo.

El Grupo de Investigación en Ciencias Aeroespaciales – GICA, del programa de Ingeniería Aeronáutica de la Fundación Universitaria Los Libertadores, estudia tópicos relacionado con el diseño y desarrollo de estas tecnologías desde el año 2009, por lo cual desarrolla el diseño de un VANT el cual ha nombrado *SOLvendus*[1] (*del griego digno de ser liberado*) en honor a la institución que lo respalda, creyendo que representa y conmemora el nombre de la misma, por su apoyo y patrocinio en el proyecto, además resaltando la sílaba SOL al proponerse como la primera aeronave solar que se registra en Colombia[2].

## HISTORICIDAD

El *VANT SOLvendus* surge en el año 2009 como una propuesta de investigación del GICA a corto plazo, la cual empieza a desarrollarse a partir del año 2010, donde se estudió la importancia de los VANT's, sus tecnologías implementadas y posibilidades de desarrollo en Colombia[3], teniendo en cuenta la implementación de tecnologías amigables con el medio ambiente, como el uso de energías alternas a través de celdas solares fotovoltaicas[4]; año en que se establece el diseño de la aeronave como un macro pro-

yecto que se extiende hasta el año 2014[5]. Dicho proyecto, que adelanta el desarrollo del *VANT SOLvendus*, implementa la metodología de diseño propuesta por Roskam [6], integrando sistemas que caracterizan la aeronave como son: el sistema de reconocimiento [7] y de despegue asistido por cohetes (RATO<sup>2</sup> por sus siglas en ingles), sistemas utilizados comúnmente de manera independiente en aeronaves no tripuladas [8].

Durante el año 2011 se adelantó el diseño conceptual de la aeronave, analizando la integración de los sistemas antes mencionados [7], teniendo en cuenta las implicaciones técnicas y de manufactura requerido en la misma, como las condiciones de altas aceleraciones provistas por el RATO[9] e implicaciones aerodinámicas del uso de celdas de silicio poli-cristalino a través de perfiles súper-críticos[10]. En este mismo periodo el proyecto tiene un acercamiento con la Escuela de Ingeniería de Sao Carlos-EESC, de la Universidad de Sao Pablo- USP, en Brasil, logrando proponer soluciones permisibles para la integración de los sistemas antes mencionados. En este contexto, en el año 2012, en colaboración con la EESC, se adelanta el diseño preliminar (figura 1) de la aeronave, lo que permite analizar con mayor profundidad condiciones de integración de cada sistema, como la implementación de paneles fotovoltaicos siliconados flexibles[2], permitiendo el uso de perfiles aerodinámicos más eficientes a las condiciones de vuelo de la aeronave[11] las cuales se analizaron experimentalmente obteniendo resultados que vislumbran el comportamiento real de la aeronave. El GICA ha proyectado implementar el diseño adelantado en desarrollo del *VANT SOLvendus* en el presente año [5].



Figura1: diseño *VANT SOLvendus*  
Fuente: Grupo de investigación en Ciencia Aeroespaciales GICA

<sup>2</sup> Rocket Assisted Take-Off

<sup>3</sup> Puntos significativos en la ruta de vuelo, correspondientes a coordenadas 3d.

CARACTERÍSTICAS DE LA AERONAVE

El VANT SOLvendus es una aeronave no tripulada y como tal contempla un sistema de navegación [3]

para programación de vuelo orientado por *Waypoint* como se muestra en la figura 2[2], además cumple una misión de reconocimiento que opera con energía solar fotovoltaica y RATO:

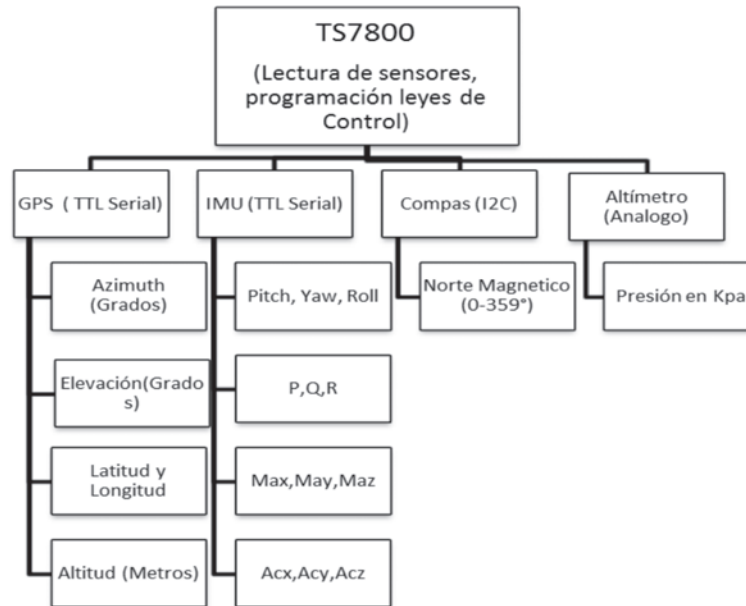


Figura. 2: Esquema del sistema de navegación  
Fuente: Grupo de investigación en Ciencia Aeroespaciales GICA

A. Configuración aerodinámica

El VANT SOLvendus se desplaza en regímenes de vuelo entre 9 m/s y 20 m/s (régimen que se considera como baja velocidad), dicha condición implica conservar un alto coeficiente de sustentación para el cumplimiento de su operación; en dicho contexto se ha buscado una configuración altamente eficiente y estable, por lo cual es una aeronave con alas de alta

Relación de aspecto que integra un perfil en el ala NLF [1]-0414[7][2][11]. La aeronave fue probada experimentalmente en el Laboratorio de Aerodinámica Experimental (LAE) de la EESC, en el túnel de viento de circuito cerrado del Campus I, utilizando una balanza de tres grados de libertad disponiendo el modelo de forma horizontal como se muestra en la figura 3[12].



Figura. 3: De izquierda a derecha a) modelo final de pruebas b) montaje del modelo c) pruebas de la aeronave  
Fuente: Grupo de investigación en Ciencia Aeroespaciales GICA

La aeronave describe un comportamiento altamente estable, con alta eficiencia aerodinámica, lo cual busca reducir la potencia requerida por la misma, como

se puede analizar de las curvas de sustentación y resistencia (Figura 4) operando en velocidades cercanas a las 14 m/s[12]

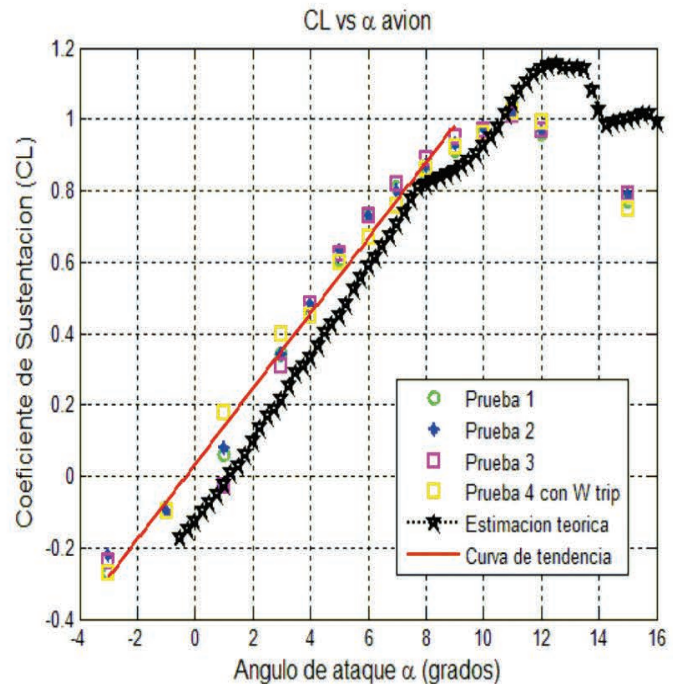
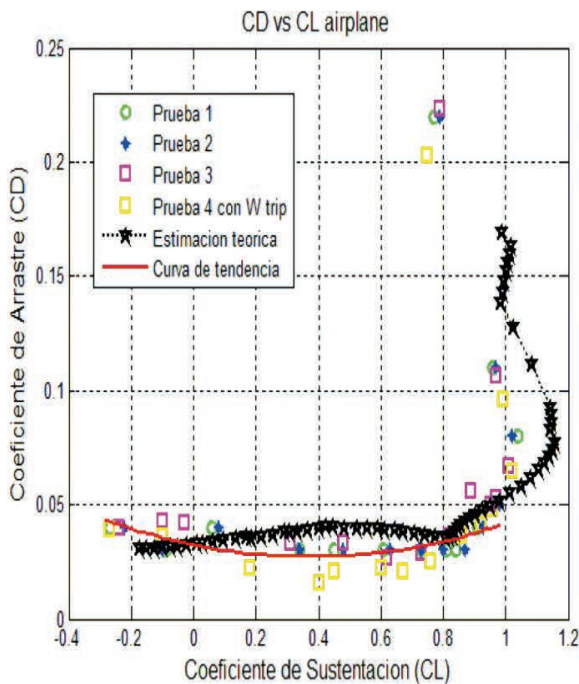


Figura. 4: De izquierda a derecha a) Curva polar VANT SOLvendus b) CL vs  $\alpha$  VANT SOLvendus  
Fuente: Grupo de investigación en Ciencia Aeroespaciales GICA

**B. Sistema de abastecimiento:**

Teniendo en cuenta la eficiencia máxima ofrecida por los paneles solares [4], únicamente están en capacidad de abastecer eléctricamente a los sistemas electrónicos de control y navegación de la aeronave. Para el abastecimiento de los motores de propulsión se requiere de baterías auxiliares cargadas previamente en la estación terrestre [2].

El abastecimiento de la energía eléctrica producida por los paneles solares va directamente a unas baterías que almacenan y distribuyen a todos los componentes electrónicos conectados a éste sistema, teniendo en cuenta que la corriente suministrada por los paneles no es constante, situación que podría causar una inoperatividad de sistemas o en algunos casos su falla [7][2], por lo cual se realiza una distribución de abastecimiento eléctrico como se muestra en la figura 5.

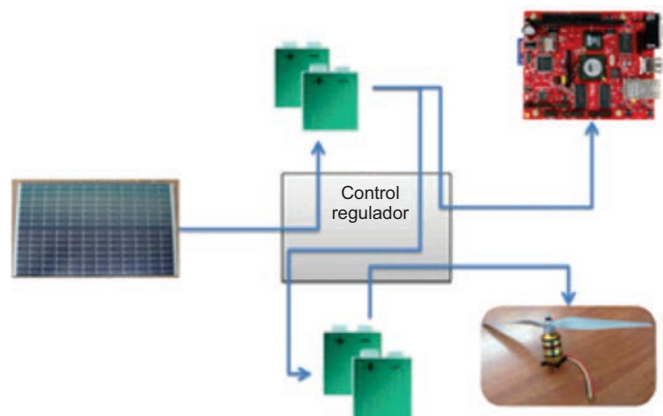


Figura. 5: Distribución de energía VANT SOLvendus  
Fuente: Grupo de investigación en Ciencia Aeroespaciales GICA

**C. Sistema de reconocimiento**

El sistema de reconocimiento está formado básicamente por un sistema de toma de imágenes como fotografía o gráficos, un transmisor y un receptor en

tierra. Este sistema está ajustado por la autonomía y alcance de vuelo y es el encargado de dar la característica de reconocimiento al VANT. Este sistema es un sistema de huella continua [7], utilizando sistemas de almacenaje de datos en secciones compartidas del sistema de navegación.

#### D. Despegue asistido por cohetes.

El VANT *SOLvendus* lleva consigo dos motores eléctricos que genera la fuerza de empuje necesaria para las maniobras básicas de vuelo, pero durante el despegue la longitud de pista requerida a una altitud de Bogotá es de 30m producto del empuje generado por la hélice. Para disminuir la distancia al despegue y que la aeronave pueda efectuar ope-

raciones en pistas cortas, evitando consumo ineficiente de energía eléctrica crítica para la autonomía en vuelo, se propone la implementación de motores cohete químicos que generen la fuerza de empuje y aceleraciones necesarias durante la fase de despegue, es decir un despegue asistido por cohetes RATO [8] para disminuir la longitud de pista requerida [9]. Se cuenta con motores que entregan 250 N en 1.5s, (figura 6) generando que la estructura de la aeronave experimente altas aceleraciones, esto puede ser regulable en los motores con algunas modificaciones en la geometría del propelente y adecuaciones en las toberas, cumpliendo con el requerimiento de mínimo consumo de energía eléctrica y disminuyendo la longitud de pista.



Figura. 6: Motor Cohete ensamblado y sus partes [9]

## CONCLUSIONES

El VANT *SOLvendus* es uno de los primeros proyectos que se registran en Colombia que integran los esfuerzos ya mencionados, como la participación de la EESC y la Fundación Universitaria Los Libertadores en desarrollos de aeronaves, dado poco a poco a través del tiempo.

El análisis de sistemas y componentes complejos independientes del VANT *SOLvendus* ha permitido ampliar la discusión del desarrollo de una aeronave, en términos esencialmente de diseño como los aspectos técnicos y científicos que cada uno de los sis-

temas que lo caracterizan aportan, enriqueciendo el ejercicio de investigación alrededor del mismo.

La integración de dichos sistemas de manera paulatina, ha permitido evidenciar que modificaciones requeridas en uno de los sistemas, implica cambios inherentes en otros sistemas de la aeronave, por lo cual, es necesaria la evaluación constante de los mismo, buscando que todos operen de manera efectiva en la aeronave.

Es requerido el desarrollo del prototipo experimental que integre todos los sistemas y componentes para vali-

dar la posible integración de los sistemas característicos del *VANT SOLvendus* y certificar las condiciones reales de operación y eficiencia.

## RECONOCIMIENTO

El autor agradece especialmente a todos los miembros del GICA, que han participado directa e indirectamente, en el proyecto *VANT SOLvendus* y que han aportado al mismo desde cada una de sus posiciones y conocimiento, a los ingenieros Elmer Bautista, Aurelio Méndez y Jhonathan Murcia, quienes gestaron las ideas iniciales del proyecto e impulsaron la creación del grupo de investigación, a los ingenieros Nelson Pedraza, Eduardo Fadul, Maycol Escorcía y Felipe Giraldo, por sus aportes directos al desarrollo y diseño del mismo, en especial al doctor Hernán Cerón por su infinita paciencia, compromiso y valiosos aportes a la gestión y desarrollo del proyecto como representante de la EESC.

## REFERENCIAS

1. PP Escolapios. *Diccionario Manual GRIEGO-LATINO-ESPAÑOL*. Madrid : Establecimiento Tipografico de las escuelas de Pias, pág. 442. 101702. 1859.
2. Julio Parra, Hernán Cerón, Roy Soler, Felipe Giraldo. *DISEÑO CONCEPTUAL DE UNA AERONAVE NO TRIPULADA QUE OPERA CON ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA*. Barranquilla, Colombia : VI Congreso Internacional de Ingeniería Mecánica y IV de Ingeniería Mecatrónica IV Congreso Internacional de Materiales, Energía y Medio Ambiente. ISSN 2344-7311, 2013.
3. Bautista Cañon, Elmer, Parra Villamarin, Julio Enoc y Murcia Piñeros, Jhonathan Orlando. *La industria aeroánutica en Colombia a partir del desarrollo e innovación de vehículos aéreos no tripulados*. ISSN 2248-5724, Bogota : Perfiles Libertadores, Vol. 7, 2011.
4. Barrera Mejía, Cristián Iván. *Uso de fuentes alternas de energía en Vehículos Aéreos No Tripulados*. ISSN 2248-5724, Bogota : PERFILES LIBERTADORES, Vol. 7, 2011.
5. Grupo de Investigación en Ciencias Aeroespaciales - GICA. *Plan de investigación 2010-2014*. Bogotá : Fundación Universitaria Los Libertadores , 2010.
6. Roskam, Jan. *Airplane Aerodynamics and Performance*, 1 ed. Kansas : Design, Analysis and Research Corporation, 1997.
7. Parra Villamarin, Julio Enoc. *METODOLOGÍA DEL DISEÑO DE UN UAV DE RECONOCIMIENTO, PARA ANÁLISIS DINÁMICO, ESTÁTICO, AERODINÁMICO Y APLICACIÓN CONTROL AUTOMÁTICO DE VUELO*. ISSN 1900-4303, Bogotá : TECNOESUFA, Vol. 16, 2011.
8. AIR & SPACE EUROPE. *UAVs: Launch and Recovery* . 5/6, s.l. Vol. 1. 1999.
9. Jhonathan O. Murcia Piñeros, Saulo A. Gómez Salcedo. *DISEÑO DE LOS MOTORES COHETES DE PROPELENTE SOLIDO PARA EL DESPEGUE ASISTIDO DE UN VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO (VANT)*. julio, Bogotá : TecnoEsufa, Vol. 17. ISSN 1900-4303, 2012.
10. Julio Parra, Jhonathan Murcia, Guido Fuentes, Adriana Tellez, Nohemi Silva. *Optimizing a Wing Configuration for an Orbiting Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*. Nashville, Tennessee : 50TH AIAA AEROSPACE SCIENCES MEETING INCLUDING THE NEW HORIZONS FORUM AND AEROSPACE EXPOSITION, 09 January - 12 January. 10.2514/6.2012-1038, 2012.
11. J. K. Viken, S. A. Viken, W . P fenninger, H. L. Morgan, Jr. and R. L. Campbell. *DESIGN OF THE LOW-SPEED NLF[1]-0414F ANI) THE HIGH-SPEED HSNLF[1]-0213 AIRFOILS WITH HIGH-LIFT SYSTEMS*. Hampton, Virginia : NASA Langley Research Center. N 90-12540.
12. Julio Parra, Hernán Cerón, Arturo Gómez. *PRUEBAS AERODINÁMICAS EXPERIMENTALES DE AERONAVE CON ALTA RELACIÓN DE ASPECTO A BAJOS REYNOLSD*. Barranquilla, Colombia : VI Congreso Internacional de Ingeniería Mecánica y IV de Ingeniería Mecatrónica IV Congreso Internacional de Materiales, Energía y Medio Ambiente. ISSN 2344-7311, 2013.

# GRAFENO

## GRAFENO

Por: Gloria María Carrillo Lozano\*

**ABSTRACT:** The exhaustive investigation of coal present in graphite of pencils among others and its material shapes since year 1940 has woken up great scientist interest and has fostered the study of its properties among the structural, electromagnetical and mechanical ones giving as result an estable material at environmental temperature, very laminated and of atom thickness (the finest material that exists), therefore los physicians consider it bidimensional, transparent, flexible and a very good electricity driver. It is until 2004 that it gets a tiny graphite piece and fix a layer that can be observed in an optical microscope and or analyzed by techniques such as X- ray diffraction. This revolutionary material will permit study its characteristics and reaching getting layers of great size, giving an important technological jump for humanity.

**Key words:** Graphen, nanotubes, materials characterization techniques.

**RESUMEN:** La investigación exhaustiva del carbono presente en el grafito de los lápices entre otros y sus formas materiales a partir del año 1940 han despertado gran interés científico y han propiciado el estudio de sus propiedades entre ellas las estructurales, electromagnéticas y mecánicas dando como resultado un material estable a temperatura ambiente, muy laminar, del grosor de un átomo (el material más fino que existe), por eso los físicos lo consideran bidimensional, transparente, flexible y muy buen conductor de la electricidad. Es hasta el año 2004 que se logra aislar un trocito minúsculo de grafeno y fijar una capa en un adhesivo, capa que puede ser observada en un microscopio óptico y/o analizada por técnicas como la difracción de rayos X. Este material revolucionario permitirá estudiadas sus características y logrando obtener capas de gran tamaño, dar un importante salto tecnológico para la humanidad.

**Palabras claves:** Grafeno, Nanotubos, Técnicas de caracterización de materiales.

---

Fecha de recepción: 19 de junio de 2014

Fecha de aprobación: 20 de junio de 2014

---

\* LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN CON ESPECIALIDAD EN FÍSICA U.D  
MAESTRÍA EN CIENCIAS\_ FÍSICA U-N  
gmcarrillo@unal.edu.co

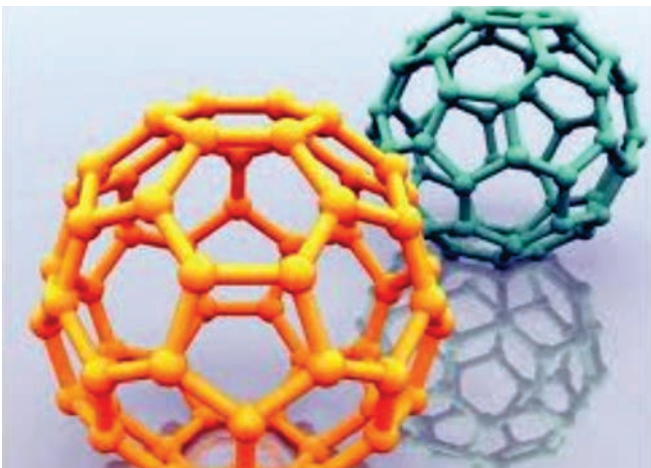
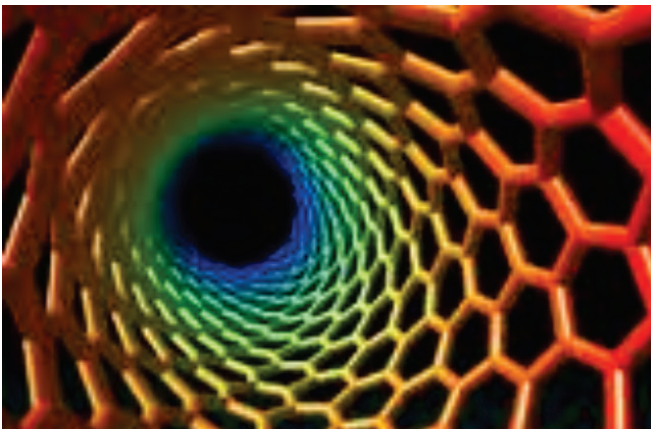
## “HISTORIA DEL GRAFENO”

Durante varias décadas se conoció que el carbono puro a temperatura y presión ambiente, existía en el grafito de los lápices (constituido por láminas fáciles de separar) y en el diamante (de estructuras cúbicas cristalinas).

El diamante y el grafito siendo el mismo compuesto químico de carbono tienen estructuras diferentes y por esto los materiales que los forman tienen características diferentes, hecho muy poco frecuente en la naturaleza.

Por ello es aun más sorprendente que entre finales del siglo XX y en lo que va del XXI se hayan descubierto aún más formas de carbono.

El desarrollo histórico de la investigación del carbono y sus formas materiales se inició en 1940 año en que se investigó de forma exhaustiva el grafito. En 1960 se caracterizan los compuestos intercalares del grafito. Quince años después se sintetiza el poliacetileno.



En 1985 se observan los fullerenos ( $C_{60}$  y mayores) en el espacio exterior.

En 1985 se observan los fullerenos ( $C_{60}$  y mayores) en el espacio exterior. En 1991 ya se observaron los nanotubos de Carbono (Tubos de carbono con gran variedad de formas, metálicos o semiconductores).

En el 2004 Geim y Novoselov obtuvieron grafeno en el laboratorio puliendo pedazos de grafito los cuales los llevaron a cinta adhesiva y ejerciendo presión sobre estos pedazos lograron estampar en un vidrio de microscopio una micra muy delgada de este compuesto para así analizar sus características. Mediante este método tan sencillo (para semejante hallazgo tan revolucionario), lograron hojas cada vez más delgadas hasta conseguir el grafeno.

En el 2010 se otorgó el premio nobel de física a André Geim y Konstantin Novoselov, ambos investigadores de la universidad de Manchester, por ser los primeros en obtener y realizar experimentos sobre el grafeno (lámina bidimensional de átomos de carbono).

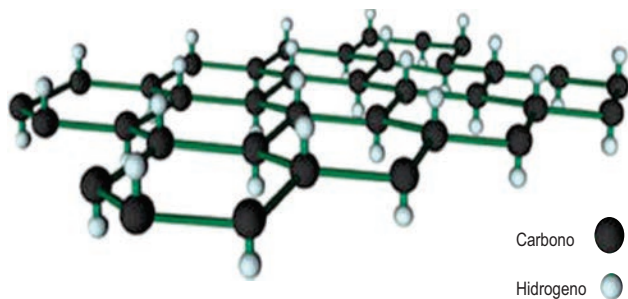


## ¿QUE ES EL GRAFENO?

Es una alotropía del carbono es decir la propiedad que poseen algunos elementos químicos de presentarse bajo estructuras químicas diferentes, la cual consiste en un teselado hexagonal plano (como un panal de abejas) formado por átomos de carbono y enlaces covalentes.

Es un nanomaterial de un átomo de grosor, que representa una capa de átomos de carbono densamente empaquetados en forma de hexágonos.

El grafeno puede generarse desde el grafito, pero también desde la superficie del carburo de silicio (SiC) por evaporación del silicio o en la superficie de metales por descomposición de moléculas absorbidas.



## EXPERIMENTANDO CON EL GRAFENO

A pesar de la mala calidad de las primeras muestras, el grafeno ya ha permitido observar procesos como el del Efecto Hall cuántico, a temperatura ambiente (el silicio y el germanio exigen enfriar la muestra a 40K). Es así como en octubre de 2009 se publicó, que el grafeno presentaba uno de los estados más exóticos de la materia; el efecto Hall cuántico fraccional.

Otro ejemplo de observaciones realizadas y relacionadas con la teoría física es la que describe el grafeno a bajas temperaturas está basada en la ecuación de Dirac, la ecuación que gobierna los fermiones sin masa y que normalmente se encuentra en el mundo de altas energías.

En general, la física asociada al estudio de las características del grafeno como sus niveles de energía de fermi, sus spines, sus campos eléctricos y magnéticos, su conducción electromagnética, entre muchos otros es muy exótica. Cualquier físico podría deleitarse en esta investigación.

## PROPIEDADES DEL GRAFENO

Algunas de las propiedades que se han encontrado en el análisis del grafeno son:

Es el cristal bidimensional más delgado de la naturaleza.

El grafeno destaca por poseer pocos defectos, una rigidez excepcional y la posibilidad de expandirse mucho más que cualquier otro material cristalino.

Es el único material constituido por una sola capa de átomos que puede ser sintetizado y estudiado en detalle.

Las propiedades electrónicas del grafeno son inusuales y pueden modificarse externamente (se puede variar el número de electrones en su interior).

Las partículas de grafeno pueden soportar altas tensiones de deformación, es así como pueden soportar átomos de metales pesados como el oro y el níquel, prácticamente sin deformarse.

Las muestras de grafeno nunca son completamente planas, presentan rugosidades a escalas nanoscópicas, el por qué, aún se desconoce.

El grafeno es un material fuera de lo común, sus propiedades electrónicas lo sitúan entre el conjunto de los metales y de los semiconductores.

## APLICACIONES

Las aplicaciones del grafeno aún están por determinarse, aunque algunos expertos ya apuntan a usos dentro de campos como la medicina, la electrónica, la industria de los materiales súper resistentes, la aeronáutica, etc.

En medicina ya se habla de los músculos de grafeno. En la industria, se menciona la construcción de metales 200 veces más duro que el acero. En la industria de la seguridad ya hay referencias a la construcción de corazas humanas de protección como los chalecos antibalas.





En otro campo como la electrónica, dadas sus extraordinarias propiedades conductoras y semiconductoras, se dice que el grafeno procesa datos diez veces más rápido que el Silicio. Se refieren a la construcción de pantallas de computador táctiles muy delgadas, transparentes y que se pueden enrollar.

El mundo avanza a pasos agigantados buscando tecnología cada vez más pequeña e integrada a las necesidades del ser humano. Es así como van surgiendo nuevos materiales como el Grafeno, que seguramente marcará un salto decisivo en la industria del presente y del futuro, debido a las variadas ventajas que presenta por sobre muchos materiales, como su dureza, sus dimensiones, su eficiencia y su economía en consumo de energía.

## REFERENCIAS

A. K. Geim and K. S. Novoselov. The rise of graphene. *Nature*, 6:183, 2007.

P. Blake, K. S. Novoselov, A. H. Castro Neto, D. Jiang, R. Yang, T. J. Booth, A. K. Geim, and E. W. Hill. Making graphene visible. *Appl. Phys. Lett.*, 91:063124, 2007.

J. González, F. Guinea, and M. A. H. Vozmediano. The electronic spectrum of fullerenes from the dirac equation. *Nucl. Phys. B*, 406 [FS]:771, 1993.

Q. Zheng, B. Jiang, S. Liu, J. Zhu, Q. Jiang, Y. Weng, L. Lu, S. Wang, Q. Xue, and L. Peng. Self-retracting motion of graphene micro<sup>o</sup>akes. *arXiv:0709.4068*.

# ¿ERES UNA PERSONA CURIOSA Y TE GUSTA INVESTIGAR?

## ARE YOU A CURIOUS PERSON YOU LIKE TO INVESTIGATE?

Por: Leidy Esmeralda Herrera Jara\*

**ABSTRACT:** The autor employs the Crossword metaphore to redefine the concept of Culture by investigation, around the vertical axis of Education and the horizontal axis of Investigation, pointing out in a case the relation of imaginaries and the backgrounds of citizen culture and other around the uses of theory and investigation for constant definition and redefinition of projects. There is more rethoric of investigation necessity than an effective and constant investigation. Our culture is a little more dense, it is quite determined by immediacy and superficiality of entertainment world, sensationalist articles that are not investigated neither go deep.

**Key words:** Culture, effective and constant investigation, immediacy, superficiality.

**RESUMEN:** La autora se sirve de la metáfora del crucigrama para redefinir el concepto de Cultura por la investigación, en torno a la vertical de la Educación y a la horizontal de la Investigación, señalando en un caso la relación a los imaginarios y a los antecedentes de cultura ciudadana y en otro entorno a los usos de la teoría y de la investigación para la definición y redefinición constante de proyectos. Hay más retórica de la necesidad de investigación, que investigación efectiva y constante. Nuestra cultura es poco densa, está muy determinada por la inmediatez y la superficialidad del mundo del espectáculo, artículos sensacionalistas que no se investigan ni profundizan.

**Palabras Clave:** Cultura, Investigación efectiva y constante, inmediatez, superficialidad.

---

Fecha de recepción: 22 de marzo de 2014

Fecha de aprobación: 20 de junio de 2014

---

\*Administradora Educativa  
Especialista en Gerencia Social  
Especialista en Evaluación y Construcción de Indicadores de Gestión para la Educación Superior  
Especialista en Docencia e Investigación Universitaria  
Magister en Docencia e Investigación Universitaria Universidad Sergio Arboleda.  
Doctoranda en Educación  
asesorialh@gmail.com

Docente Investigación, Diseño de Proyectos y Trabajos de Grado en la Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea, Escuela de Postgrados Policía Nacional, Escuela de Suboficiales y Nivel Ejecutivo Gonzalo Jimenez de Quesada, Escuela de Seguridad Vial, Escuela de Cadetes de Policía General Santander.

## ¿EL GUSTO O NO POR LA INVESTIGACIÓN HACE PARTE DE LA CULTURA?

Tomando las palabras del Libro PÓNGAME A BAILAR ESE TROMPO EN LA UÑA: ENTRE TENIDOS Y RELAJAMIENTO, del Dr. Gabriel Restrepo, en su primer capítulo Trochas, senderos, rutas, mapas y radares, expresa:

*“Comprendo el desafío significado por el nombre del proyecto de investigación en torno al cual ha girado este breve libro: Ensamblando a Colombia. A diferencia del hemisferio norte, los transculturales, no se caracterizan por un destino manifiesto, sino por uno laberíntico, tan fantasmal como la Comala de Rulfo. Y en la mega – complejidad geográfica, biótica, demográfica, étnica, económica, técnica, política, social y cultural se cifra un rompecabezas muy difícil de ensamblar. Complejo es lo que está plegado juntamente (cum plicare, plegar en conjunto), algo que obliga a plegar, replegar y desplegar muchas cartografías, lo mismo que a interpretar distintas partituras”.*

Es así como se puede evidenciar la tarea intelectual que genera un trabajo de investigación, lo cual significa el tener la posibilidad de expresarse y manifestar los resultados de muchas consultas, conceptos, asociaciones semánticas y filosóficas, expresiones y sentí-pensamiento de un investigador.

Para mí lo esencial, radica en una apuesta máxima: en distintas teorías, ideologías, se considera que “la cultura” es una variable dependiente, cuyos cambios estarán en función de progresos económicos y políticos; contra esta tendencia de pensamiento es preciso apostar lo contrario: que la cultura resignifica, anticipa y prefigura y con ello configura el futuro; por lo mismo, vale la pena presentar una suerte de épicas y de peregrinaciones en torno a la creación de cultura y al pensamiento de la cultura como ejemplo a seguir o a no seguir.

La palabra investigación tiene una connotación de mágica y mítica en sus alcances, y como resultado de las investigaciones formativas y aplicadas. Para algunos autores, la investigación es ciencia o con-

junto organizado de conocimientos y métodos unificados. Para otros es un arte, un ejercicio donde los conocimientos se adquieren por la experiencia, por la solución de los problemas que la persona plantea.

La actitud investigativa, la cual define Tamayo y Tamayo (1999), como el *espíritu de permanente observación, curiosidad, indagación y crítica de la realidad*. Es entendida, como la búsqueda de la verdad, las razones y los por qué, es una forma de pensamiento puesto en acción.

Es importante desde este punto de vista que los objetivos que las universidades han de asumir en investigación, están establecidos en el marco de la Ley 30 de 1992, tales como la búsqueda y generación de conocimiento, es decir, una experiencia de investigación de alto nivel. En el mismo sentido, el CNA, ha señalado como parámetro para la obtención del registro calificado de los programas, la presencia de una investigación formativa, como manifestación de una cultura investigativa. Al respecto señala Bernardo Restrepo, *“la calidad de la educación superior (...) está íntimamente asociada con la práctica de la investigación”, en este caso, “se hace referencia no sólo a hacer investigación, sino también, (...) a ser capaz de consumir investigación y de utilizarla pertinente-mente en la docencia”.*

La investigación es concebida como el proceso reflexivo, sistemático, crítico y creativo desde el cual se analiza la producción, transmisión y utilización del conocimiento. Como señala Hurtado (2000) como proceso y contenido, es el producto del conjunto de conocimientos, valores, destrezas y habilidades susceptibles de ser identificados y transmitidos de una forma ordenada y secuencial y con un grado creciente de complejidad, de acuerdo con el nivel de desarrollo del estudiante" (p.208).

Así mismo Ossa Londoño se orienten hacia:

*“descubrir el mundo mediante la lectura de la cotidianidad; encontrar las membranas y las imbricaciones entre naturaleza, cultura y sociedad, todo ello con base en el asombro, la curiosidad y el entusiasmo (emotividad), y en la formulación de preguntas y de hipótesis (racionalidad)”. (pág. 3).*

Es evidente que existen personas que les da flojera pensar, ponerse a analizar las cosas y se van por lo más fácil, lo más sencillo, sin batallar, aunque esto no sea lógico o racional, pero es lo más fácil. No les gusta indagar, si se encuentran ante algo "insólito" o "misterioso", se van por lo más sencillo, y dicen es extraterrestre, que es paranormal o similares, pero lo hacen irresponsablemente, sin haber realizado un análisis previo de los acontecimientos.

En muchas ocasiones se pensaba que realizar una tarea investigativa era un asunto ligado a solo expertos profesionales e incluso solo para quienes viven en países avanzados.

La investigación parte con nuestra simple voluntad de querer aprender e indagar sobre algo que gusta, entenderlo, complementarlo y mostrárselo al mundo. Una gran ventaja que proporciona el hacer investigación es poder figurar no sólo en el barrio y en el salón de clase, una publicación bien hecha no tiene fronteras. Esto permite que lo que se hace sea una pieza más del engranaje que mueve al mundo de la ciencia y si bien no todas ganan un Nobel o reciben un premio por lo menos hacen saber que existen y que son capaces de producir escritos.

Como un ejemplo evidente Sonia Santander en Europa realizando su tesis manifiesta que durante una estancia en Oxford de siete meses, le sirvió **"para conocer nuevos cambios, para ver las cosas desde otro punto de vista y también para coger ideas"**, dice.

*"Diariamente trabajo en la universidad mixta de investigación de la Universidad de Zaragoza, donde sigue avanzando en su campo. **"Me encanta investigar porque aprende mucho, todos los días"**, explica. De todas formas, su tesis se vio confirmada al tercer año de trabajo, algo que la animó a continuar y que corroboró que sus pasos habían sido los adecuados. Aunque para lograr un resultado satisfactorio, primero fue necesario estudiar, leer y hacer muchas pruebas. Al final, lo logró, dio con los receptores implicados en este tipo de cáncer. De todos ellos da cuenta a lo largo de las 250 páginas que tiene su tesis. La tiene ya redac-*

*tada porque ha escrito desde el principio, además, al tratarse de un estudio de carácter europeo preparó un informe que fue avalado por investigadores internacionales".*

De este modo tomando en consideración el análisis de Fernando Vásquez (2007), la investigación es una aventura en la cual hay que arriesgarse, a plantear una investigación con los peligros que la enmarcan, los cuales hay que ir solventando y por lo tanto genera angustias; a diario se tiene un planteamiento y cuando se sigue trabajando se encuentra con obstáculos y se cambia nuevamente con el seguimiento de los tecnicismos; la investigación encierra un accionamiento que si conlleva a estar conforme con lo que se ha hecho se cambia y siempre se está inconforme con los resultados que se encuentran, porque siempre se quiere ir resolviendo esos paradigmas que se hallan en el camino del tema que se está investigando. Por lo tanto hay mucho que hacer ahondar en conocimientos y ponerlos en práctica con los estudiantes y los interesados en el desarrollo y cambio de los mismos.

En el trabajo que se hace desde la academia del pregrado que es el pilar, la base de la formación profesional, donde se tiene que corregir los errores que se cometen en la educación secundaria, la investigación bien sea formativa o aplicada se está dando en el campo de las diferentes profesiones y en los procesos de formación investigativa se orientan a desarrollar conocimientos, habilidades, aptitudes y actitudes básicas para el desarrollo de procesos de investigación, que en años anteriores eran privilegios para solo algunas profesiones. Hoy en día ya se resalta la importancia de la investigación para el mejoramiento de la calidad del conocimiento en el aula de clase, en la actividad profesional, la vida empresarial aunque en este campo hace falta mucha relación o convenios que involucren a la academia con la realidad, para poder formar un espíritu investigativo y se puedan dar cambios significativos en el desarrollo de procesos, políticas y el estudiante pueda aplicar sus conocimientos y conformar más aun esa actividad de aplicabilidad en las mismas. Y sin embargo, hay mucho más retórica de la necesidad de investigar que espíritu de investigación e investigación como

el oficio de toda una vida y la tarea de una sociedad. Hace poco se publicó la noticia de la renuncia del director de COLCIENCIAS porque rebajaron el presupuesto. Hé ahí la contradicción entre lo que se dice y lo que se hace.

Frente a estas últimas expresiones se toma en consideración la frase del Dr. Gabriel Restrepo *“la cultura es todo y todo es cultura”*, en virtud a que el concepto de cultura para sacarlo del empirismo y del casuismo de una definición canónica, citada y recitada, siempre arriesga a un todo y nada. A un todo, porque al explicarla como aquello que es específico de la especie humana frente a otras especies, la cultura termina siendo un concepto omni-comprendido y por tanto evasivo, casi semejante a las grandes meta – relatos en su gran pretensión, pero también en su insuficiencia para dar razón al mundo”.

Precisemos el asunto con algunos ejemplos. La dama que en la mañana luego de ducharse se mira al espejo y va al ropero para escoger los atuendos del día realiza una práctica social que es cultural. Ella tomará en cuenta la moda y los estilos imperantes, algo que procede de esa dimensión estética de las significaciones culturales que yo llamo artificios, como la cocina o el deporte. Tendrá en cuenta los colores y su relación con su temperamento, recordará a su madre y a sus parientes mayores, hará una elección tomando en cuenta lo que sepa de la atracción o del rechazo en la presentación personal, al mismo tiempo que velará por su comodidad.

Se diría que es un ejemplo peregrino, pero cualquier acto social se puede contemplar como un acto cultural. El mecánico en su taller al reparar un carro tomará en cuenta las matrices de construcción de la marca del carro, se guiará por la experiencia legada por sus maestros en las épocas de aprendizaje. En esta operación su acción social, por más instrumental que sea, lleva la marca de la cultura, digamos de una cultura del bricolaje, de una cultura del ensamblado.

El estudiante que va a la biblioteca realiza una práctica cultural, dado que la lectura lo es y la biblioteca es un depósito privilegiado de la cultura.

Para finalizar el comentario, me parece que debiera potenciarse mucho más el tema de la investigación con sinergia: es decir, la relación entre la Universidad y las localidades y comunidades: si se realiza en las universidades uniéndose, como en la experiencia de ParticipArte, la investigación (Investigación Acción Participativa y Expresiva en este caso), la docencia y la extensión, multiplicaremos los gestores culturales de lado y lado.

Y aunque hay centros privados que hayan acumulado una experiencia muy valiosa, cabe decir que tienen dos limitaciones fundamentales. La primera y esencial: que la consultoría difiere de la investigación básica tanto porque no es ella quien formula las preguntas, ya dadas por el patrocinio que de esa forma restringe el ámbito de lo que se indaga, como por el hecho de que la consultoría varía en función de la situación del mercado los temas de averiguación y no alcanza por ello a acumular un conocimiento consistente. La segunda limitación no es menos sustantiva: los centros de consultoría no forman recursos humanos nuevos, que son limitados a los expertos con alguna tradición en la materia (que los hay muy buenos, valga la pena decirlo).

La investigación en ciencias sociales o en cultura de carácter libre y proyectada como una vocación y oficio de la vida, que a la vez sirve de paradigma para la formación de otros recursos, es muy escasa en Colombia y siempre exhibe la forma de un heroísmo sin cuento porque se hace contra la rutina y contra el Estado.

La desconfianza del Estado frente a la investigación sociocultural libre y continua se expresa de muchos modos: no sólo en aquel preferir el marco inmediato de la consultoría sobre el horizonte de acumulación crítica de conocimiento a lo largo del tiempo, sino además en un diferir explícito del apoyo programático a las ciencias socioculturales en su conjunto.

La ausencia de investigación y de formación de recursos humanos calificados en materias socioculturales es perversa. Establece un divorcio entre la toma de decisiones públicas o privadas, la universidad y los centros de consultoría y no inficiona o forma a la opinión pública en la controversia que debería suscitar la publicidad de la investigación.

Cómo extrañarse por lo demás de la ausencia de espíritu crítico en la formación de la opinión? Cómo no relacionar la pobreza de las ideologías con la pobreza de la investigación? Etc.

Es así como se debe tener en cuenta algunos de los postulados de autores contemporáneos los cuales son validos para los procesos investigativos, que tienen como finalidad construir una caracterización de la investigación realizada en los programas de la Escuela de Seguridad Vial y poder así caracterizar la investigación que se realiza en la misma con las temáticas de: Seguridad Vial y Los Accidentes de Tránsito y clarificar hacia donde se debe orientar la formación investigativa, así como, que debe producir esta formación. Se debe analizar el modelo desde el componente pedagógico a la luz de dos autores Stephen Kemmis (1993) con su pedagogía crítica, sobre el currículum el cual consiste en analizar los procesos mediante los que la comunidad estudiantil y puntos de vista sobre ella se han formado, en cuanto al currículum Kemmis (1993) tomado de Torres, (2010) plantea “las teorías del currículum son teorías sociales, y esto se firma no solamente con la intención de mostrar el hecho que reflejan la historia de las sociedades en las que aparecen, sino que también indica que estas encierran ideas sobre el cambio social y el papel de la educación en el proceso de reproducción y transformaciones social”. (pag.15). La teoría crítica del currículum se ha centrado en descubrir cómo el currículum, en su proceso de seleccionar la cultura, organizarla para su enseñanza y transmitirla, funciona como mecanismo de reproducción social. Además “A priori, no se puede definir el curriculum sin una definición antecedente de la visión del mundo en la que se haga comprensible”. (Torres, 2010).

Complementa esta idea afirmando lo siguiente: “Es más, si es aceptada nuestra idea de que la práctica del currículum es un proceso de representación, formación y transformación de la vida en sociedad, la práctica del currículum en las escuelas y la experiencia curricular de los estudiantes debe entenderse como un todo, de forma sintética y comprensiva, más que a través de las estrechas perspectivas de especialidades de las disciplinas particulares”. (Torres, 2010). Igualmente, los conceptos de Lawrence Stenhouse

también son importantes para ésta reflexión debido a que para este autor la investigación y el proceso de desarrollo curricular pertenece al profesor, las ideas educativas recogidas que se pueden encontrar en libros no se asimilan de manera fácil y rápida por los profesores, mientras que la expresión de ideas que fundamentan el currículum, se exponen a su comprobación por parte de los profesores y se establece así una igualdad de discurso entre quien propone y el que comprueba la propuesta.

No obstante, como afirma Stenhouse, tomado de Torres (2010) “...una propuesta curricular debe ser fruto de un proceso de investigación, es decir no puede considerarse como algo impuesto o sin un debido fundamento” (pág. 14). De ahí que la investigación se debe convertir en una línea transversal del currículum, por cuanto el desarrollo de núcleos temáticos y problemáticos guarda como estrategia didáctica la realización de proyectos. El docente debe tener bien definido sus metas, debe estar permanentemente actualizado y orientarse por el conocimiento y dominio de su disciplina. Estos aspectos deben estar alineados con su quehacer para poder así articular la práctica con la investigación propiamente dicha. La investigación es el potencial del educando, mientras que la práctica es la actividad realizada acorde con lo teórico para desarrollar ese potencial.

La investigación por ende debe estar inmersa en los planes de estudio en coyuntura con las líneas de investigación interdisciplinarias establecidas en la Institución para que permita generar habilidades investigativas a fin de responder a determinadas problemáticas y despertar en los estudiantes el espíritu indagador y transformador.

Para finalizar esta reflexión, se concluye que la formación investigativa es un concepto de vida de una comunidad, es la base y las columnas de la formación del tipo de hombre que la institución desea generar. Por ello, “Determinar un currículum en investigación realmente es una responsabilidad social”.

Para la investigación se requiere de dos componentes, el placer de resolver los problemas y el placer de comunicarlos. Hay gente a la que solo les provoca

placer lo primero y con eso no hacen parte fundamental del oficio que es darlo a conocer. Otro aspecto es el temor a la crítica; se puede decir “lo Resolví”, pero alguien te puede decir “está mal” o “hay una forma más simple de hacerlo”.

La investigación parte con nuestra simple voluntad de querer aprender e indagar sobre algo que nos gusta, entenderlo, complementarlo y mostrárselo al mundo. Una gran ventaja que proporciona el hacer investigación es poder figurar no sólo en tu barrio y en tu salón de clase, una publicación bien hecha no tiene fronteras. Esto permite que lo que haces sea una pieza más del engranaje que mueve al mundo de la ciencia (cualquiera que sea), y si bien no todas ganan un Nobel o reciben un premio por lo menos hacen saber que se existe y que se es capaz de hacer algo muy bueno por cuenta propia.

Si bien es cierto una investigación toma tiempo, lo más gratificante que un investigador, escritor, docente o estudiante, pueda recibir es que su trabajo sea leído y comentado por alguien. O es que acaso no le daría gusto que apareciese un paper escrito como referencia bibliográfica. Es un gran privilegio que muchos pueden alcanzar. Es por eso que el investigar no tiene que esperar más, la información esta disponible para quien tiene ganas de aprender.

## BIBLIOGRAFÍA

1. HURTADO, J., (2000). Metodología de la investigación holística. IUTP. Sypal.
2. KEMMIS, S. El Currículo: más allá de la teoría de la reproducción. Ed Morata, Madrid, 175. 1998.
3. OSSA Londoño Jorge. Educar es enseñar a indagar la investigación como proceso de formación. h.D. Grupo CHES - Corporación Académica Biogénesis Universidad de Antioquia - Colombia.
4. RESTREPO Gabriel. Póngame a bailar ese trompo en la uña: entre tenidos y relajamiento. Instituto de Investigaciones en Comunicación y Cultura, Universidad Nacional.
5. TORRES, G.. Currículo y Evaluación. El currículo, 15. Bogotá, Colombia. Noviembre de 2010.
6. VASQUEZ Rodriguez Fernando, "Educar con maestría" En: Colombia 2007. ed:Ediciones Unisalle ISBN: 978-958-9290-79-8 v. 0 pags. 265.

# INSTRUCTIONS FOR PUBLISHING ARTICLES ADDRESSED TO AUTHORS

The magazine **TECNOESUFA** is an academical, scientist and technological publishing developed at the Non Commissioned Officers School "CT. Andrés M. Díaz" of the Colombian Air Force, with the aim of publishing articles of scientist and technological investigation, reflective articles derivated from an investigation, topic review, short articles and case reports, especially in the aeronautics field.

According to what was mentioned before, Colciencias lays out some guideliness for publishings with some especific characteristics that are exposed in brief way which (see especially pages 7 y 8 of the Colombian permanent guide document indexing scientist, technology and innovation magazines <http://201.234.78.173:8084/publindex/docs/informacionCompleta.pdf>)

1. Scientist and technological investigation articles
2. Reflection articles
3. Topic review
4. Short Article and
5. Case Report

## Article general structure

1. Author data (rank, complete name, academical background, electronic mail and contact phones)
2. Specify article type
3. Title (spanish and english)

4. Abstract (spanish and english)
5. Key words (spanish and english)
6. Introduction
7. Article body
8. Tables, figures and equations
9. Conclusions and reccomendations
10. Bibliography

The articles must be written with APA rules, with an extensión between 15.000 y 20.000 characters, additionally attached in Word format the text and tables, figures in JPG format to permit being editable in the diagramaming.

## Articles sending

Non Commissioned Officers School "CT. Andrés M. Diaz"

Address: 5th Avenue No. 2 – 92 South, Madrid – Cundinamarca

Direct Phone: 8209079 / 8209078 Ext. 1025 – 1705

Switchboard: 8209080 / 8209066

Electronical Mails: [revistatecnoesufa@gmail.com](mailto:revistatecnoesufa@gmail.com) and / or [investigacion.academico@gmail.com](mailto:investigacion.academico@gmail.com)

Captain Adriana Mercedes Medina Medina ESINV  
Commander

Editor: Patricia Cadena Caicedo



La Revista **TECNOESUFA** es una publicación académica, científica y tecnológica desarrollada en la Escuela de Suboficiales “CT. Andrés M. Díaz” de la Fuerza Aérea Colombiana, con la intencionalidad de publicar artículos de investigación científica y tecnológica, de reflexión que se deriven de una investigación, de revisión de tema, artículos cortos y reportes de caso, especialmente en el campo aeronáutico.

En congruencia con lo anterior, Colciencias plantea unas directrices para las publicaciones con unas características específicas que expongo de manera sintetizada a continuación (ver especialmente páginas 7 y 8 del documento guía servicio permanente de indexación de Revistas de Ciencia, Tecnología e innovación Colombianas <http://201.234.78.173:8084/publindex/docs/informacionCompleta.pdf>)

1. Artículos de investigación científica y tecnológica
2. Artículos de reflexión
3. Revisión de tema
4. Artículo corto y
5. Reporte de caso

#### Estructura general del artículo

1. Datos del autor (grado, nombre completo, preparación académica, correo electrónico y teléfonos de contacto)
2. Expresar el tipo de artículo
3. Título (español e inglés)
4. Resumen (español e inglés)
5. Palabras claves (español e inglés)
6. Introducción
7. Cuerpo del artículo
8. Tablas, figuras y ecuaciones

#### 9. Conclusiones y Recomendaciones

#### 10. Bibliografía

Los artículos deben estar escritos con normas APA 6ta edición, con una extensión entre 15.000 y 20.000 caracteres, adicionalmente adjuntar en formato Word el texto y las tablas, las figuras en formato JPG para que permita ser editable en la respectiva diagramación.

#### Envío de artículos:

Escuela de Suboficiales “CT. Andrés M. Díaz”

Dirección: Carrera 5 No. 2 – 92 Sur, Madrid – Cundinamarca

Teléfono Directo: 8209079 / 8209078 Ext. 1025 – 1705

Conmutador: 8209080 / 8209066

#### Correos electrónicos:

[revistatecnoesufa@gmail.com](mailto:revistatecnoesufa@gmail.com) y / o [investigacion.academico@gmail.com](mailto:investigacion.academico@gmail.com)

Comandante ESINV Capitán Adriana Mercedes Medina Medina

Editora: Patricia Cadena Caicedo



*En memoria de los Suboficiales que han  
entregado sus vidas en defensa de su patria y  
en bien de sus compatriotas.*

*Los soldados del aire no mueren, ellos  
vuelan hacia lo eterno y desde la altura  
infinita continúan con sus alas desplegadas  
como halcones vigilantes, protegiendo el  
horizonte para hacer de Colombia una nación  
grande, respetada y libre.*

*La llama perpetua de su recuerdo brillará  
por siempre.*

**"SOMOS LA FUERZA"**

CONTENIDO EDICIÓN ANTERIOR



Volumen 20 • Diciembre de 2013

## INSTITUCIONAL

LO QUE NO NOS ENSEÑAN  
AL APRENDER INGLÉS

*T1. ferney Montealegre Maldonado*

## CIENCIA Y TECNOLOGÍA AERONÁUTICA

MEDICIÓN POR FENÓMENOS CAPACITIVOS  
DEL NIVEL DE COMBUSTIBLE EN AERONAVES

*Ing. Nelsón Javier Rodríguez*

CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO DE UN GLOBO SONDA  
RECUPERABLE Y REUTILIZABLE

*Julio Enoc Parra Villamarin*

*Luis Fernando Rios Sendoya*

*Ingrid Tatiana Sierra Giraldo*

*David Rubio Forero*

*José Luis Villamizar Barajas*

*Carlos Terraza*

PROPUESTA DISEÑO TORRE DE CONTROL MOVIL PARA  
LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA

*Ds. Ramos Murcia Carlos*

*Ds. Rodríguez Casallas Edwin F.*

## EDUCACIÓN AERONÁUTICA

LA VOZ HUMANA Y SU CLASIFICACIÓN

*Técnico Jefe Carlos Arturo Forero Farfán*

TRABAJOS DE GRADO CURSO 85

Modelo presentación artículos para la revista  
TECNOESUFA



FUERZA AÉREA COLOMBIANA  
Escuela de Suboficiales "CT. Andrés M. Díaz"



# INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR - IES ACREDITADA EN ALTA CALIDAD

Según Resolución 3328 del 25 de abril de 2011

## PROGRAMAS TECNOLÓGICOS



INTELIGENCIA AÉREA



ELECTRÓNICA  
AERONÁUTICA



ABASTECIMIENTOS  
AERONÁUTICOS



SEGURIDAD  
AEROPORTUARIA



DEFENSA AÉREA



COMUNICACIONES  
AERONÁUTICAS



MANTENIMIENTO  
AERONÁUTICO

PRIMERA FUERZA MILITAR CERTIFICADA EN TODOS SUS PROCESOS



[www.esufa.edu.co](http://www.esufa.edu.co)

Cra 5 No. 2-92 Sur, Madrid Cundinamarca

Teléfono Directo: 8209079 / 8209078 Ext. 1025 – 1705

Conmutador: 8209080 / 8209066