

MÁS QUE UN SUEÑO, UNA REALIDAD

HISTORIA PRELIMINAR DE LA COHETERÍA EN COLOMBIA

Marco A. Pirateque Bolívar. Secretario General. Aldo Esteban Sabogal. Secretario Ejecutivo.
Asociación Astronáutica Colombiana Astcol
26 de Diciembre de 2011

Alquimia, espectáculo, ciencia, y deporte

Para conocer la génesis de la cohetería no alcanza con hacer una corta mirada al período entre finales del siglo XIX y la década de los 50 en el siglo XX, que es cuando se produjo el gran desarrollo en esta materia, dicho estudio se tiene que realizar mucho más atrás en el tiempo, a épocas realmente tan remotas que nos asombrarían.

Lastimosamente, el estado actual de nuestros conocimientos no nos permite precisar la fecha en que los cohetes aparecieron en la historia de las civilizaciones, aunque antiguas leyendas del extremo oriente hablan de ellos, no se tiene certeza de si es producto de vagas tradiciones orales, o significa un hecho sin precedentes en la historia de humanidad. No obstante, es bastante probable que ciertas mezclas fuesen conocidas desde tiempos inmemorables por los egipcios y los pueblos de oriente. Desde antes del primer siglo de la era cristiana, los chinos las empleaban en sus fiestas populares, como juegos pirotécnicos. El registro más antiguo de la construcción y prueba de un aparato volador impulsado a reacción data del año 360 a. C. en la antigua Grecia, por Archytas de Tarentum, quien era filósofo, matemático e inventor. Construyó un aparato de propulsión de madera con forma de paloma. Posteriormente estos elementos explosivos fueron convirtiéndose, a través de los años, con ingenio y malicia en armas para emplearse con fines tácticos, siendo posiblemente su primera utilización durante la guerra entre los tártaros y los chinos en el año 85 d. C [28].

Muchos siglos posteriores hicieron historia al cohete, envuelta entre sangre, libertad, aciertos y errores, pero nuevamente y como juego del destino, cae en el ámbito científico cuando un peruano llamado Pedro Paulet Mostajo realiza investigaciones donde desarrolla un pequeño motor de más de dos kilos de peso, logrando un centenar de gramos de fuerza. Sus avances hacen que en 1902, un maestro de escuela ruso, llamado Konstantin Eduardovich Tsiolkovski quien anteriormente en el año de 1883 expusiera los principios para el desplazamiento de un cohete en el vacío, tomara los modelos del ingeniero peruano para diseñar una nave a retropropulsión para viajes interplanetarios. Posteriormente el francés Robert Esnault Pelterie y después de un receso obligatorio por la primera guerra mundial, realizó una exposición el 8 de Junio de 1927 en la Sociedad Astronómica de Francia con el título de "Exploración por cohetes de la alta atmósfera y la posibilidad de los viajes interplanetarios", lo que llevó posteriormente a la publicación de un libro, título con el que acuñó el término de "Astronáutica". Este hecho, y la puesta en marcha del primer cohete de combustible líquido el 16 de Marzo de 1926 por parte de Robert H. Goddard [28], hicieron que la cohetería se

popularizara de tal manera, que diversos entusiastas en todo el mundo quisieran apoderarse de esos conocimientos y aplicarlos a diversos intereses, pasando por autopropulsores para desplazarse por la nieve, atados a la espalda, hasta cohetes de combustible sólido y líquido en la parte posterior de autos de carreras, conservando en algunos pocos los nobles ideales de utilizarlos para llegar al espacio

De los cientos de aficionados que empezaron a experimentar con la coherería en todo el mundo, tenemos que mencionar que desde allí hasta nuestros días el avance y el desarrollo en la coherería hace de sí mismo uno de los mayores logros de la humanidad por los distintos campos y avances que ha traído en la ciencia aeroespacial y en el campo táctico-militar, Todo iniciado por entusiastas y aficionados de diversos campos y profesiones.

Cohetería, víctima de su propio invento

Las menciones anteriores relatan algunos de los principales protagonistas en el avance de las ciencias aeroespaciales a nivel mundial, pero esto no quiere decir que en Colombia no tengamos nadie que nos represente, lamentablemente nuestra historia aun no está escrita, y existen todavía muchos individuos que están ocultos en el tiempo, buscando su oportunidad para salir a la luz.

Muchos de estos nacionales por una u otra circunstancia han buscado nuevos horizontes en otros países, algunos de ellos posteriormente se han convertido en científicos mundialmente reconocidos en las principales agencias espaciales, u otros centros de investigación a nivel internacional. De los profesionales o entusiastas que aun ven en nuestro territorio posibilidades de surgimiento, es necesario resaltar sus principales logros y alcances realizados.

En el caso de la coherería amateur o experimental, los avances siempre se han visto opacados por las condiciones sociales y los problemas de orden público a nivel nacional. Algunos de los entusiastas tuvieron que dejar de lado todas sus aspiraciones por no querer tener ningún tipo de relación en el campo táctico-militar. Otros, los más osados, prefirieron mantener bajo perfil sus avances en tecnología y conocimiento adquiridos, ocultos a la gran mayoría de la sociedad, solo informando a algunos conocidos, y en el mejor de los casos a las autoridades competentes.

Este documento es el resultado de una tarea de investigación asignada por la Fuerza Aérea Colombiana FAC a la Asociación Astronáutica de Colombia Astcol con el fin de conocer más detalladamente la historia, los avances y estado actual de la coherería a nivel nacional, con fin de resaltar los más significativos aportes y crear nuevos espacios para su fin. Lo gratificante de dicha investigación es que aunque no parezca, nuestros avances son igualmente sobresalientes en comparación a los de otras latitudes, permitiéndonos forjar nuestra historia, una historia aeroespacial colombiana. Pero este escrito, en el cual los autores no pretenden ser ambiciosos, reúne la gran mayoría de experiencias que nuestro país ha tenido con respecto a la coherería, reconociendo que

faltan algunas referencias ocultas aun o que por simple confirmación, no fueron detalladas, ya que esta se realizo solo a través de investigaciones de notas de prensa, referencias de amigos y conocidos, además de varias entrevistas personales y telefónicas.

Igualmente, como la idea es que pueda convertirse este escrito en un documento de referencia, el autor se toma la libertad de hacer un llamado de atención para apoyar todas las iniciativas estatales y privadas en el campo de la coherencia, con el fin de evitar el estigmatismo científico que se puede llegar a tener en diferentes sectores de la sociedad [1], y prejuizar sin ningún conocimiento lo que hoy es el deporte ciencia o hobby de mayor dinamismo e impacto a nivel mundial, e igual manera de reunir esfuerzos entre todas las personas e instituciones dejando de lado los celos y la falta de capacidad de trabajar en equipo, elementos típicos de una sociedad latinoamericana, y por que no decirlo, lo que nos hace realmente tercermundistas.

Antecedentes de la cohetería en Colombia

El desarrollo de la cohetería en Colombia aunque parece no tener mayor implicación ni protagonismo, es necesario resaltar que sus inicios estuvo a la par con investigaciones, aunque no en resultados, de los principales proyectos espaciales del momento, permitiéndonos entrar en el hall de la fama por estar presentes y activos durante mas de cinco (5) décadas en el quehacer nacional, suministrándonos una historia digna como cualquier otra potencia mundial en ciencias aeroespaciales.

Ilustración 1 Lanzamiento de Cohete por Francisco Restrepo Altura aprox. 100mts. Medellín (1961-1962).



Fuente: Archivo Personal Francisco Restrepo

En el momento en que la astronáutica empezó a ganar mayor protagonismo a nivel mundial con el lanzamiento del primer satélite artificial denominado Sputnik en 1957 por parte de los ingenieros y técnicos soviéticos a cargo de Serguei Korolev, Colombia no fue ajena a dicho suceso histórico, y fue allí, en diversas poblaciones y ciudades, que Colombia inicio sus primeros pasos en la cohetería, y por ende, de la investigación aeroespacial, gracias a personajes con un talante y una visión distinta a los de sus compatriotas contemporáneos.

El primero de estos fue Francisco Restrepo, Ingeniero Mecánico de profesión y con estudios de posgrado en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT, por sus siglas en Ingles), y que según registros del mismo, lanzo sus cohetes desde el año de 1961. Algunos de estos cohetes han superado la barrera de los

1000 metros desde entonces, argumentando no elevarse más por razones de seguridad, lo que le ha permitido sumar desde 1960 hasta la actualidad más de 1000 lanzamientos en su designación como cohetero [7].

Entre sus principales logros esta, además de ser uno de los pioneros de la cohetería colombiana, es la de ser el mayor coleccionista de modelos a escala de modelos de cohetes y naves espaciales, llegando a construir más de 2000 replicas.

El ingeniero Restrepo ha servido de consejero de la rectoría de la Universidad Pontificia Bolivariana UPB para asuntos especiales, también participó en la gestación y puesta en funcionamiento de los programas de Ingeniería Aeronáutica, llevándolo a ser asesor para la Fuerza Aérea Colombiana

Ilustración 2 Modelos a escala 1/18 para exposición en Planetario de Medellín 2006



Fuente: Archivo Personal Francisco Restrepo

Ilustración 3 Isaías Moreno minutos antes de su primer lanzamiento



Fuente: Revista Cromos

FAC y el Ministerio de Defensa.

Otro de los pioneros en Colombia, fue Isaías Moreno Moncada, mas conocido entre sus compañeros del servicio militar obligatorio y posteriormente en su trabajo de metalmecánico como “el científico”. Este cundinamarqués, oriundo de la población de Tocaima, quien con su corto capital privado logro diseñar, construir y lanzar sus propios cohetes. A los 16 años de edad, construyo el primer cohete denominado Seek I, de 30 cm de longitud aproximadamente, lo lanzo el 26 de diciembre de 1960, alcanzando a solo desplazarse varios metros, pero sobre la superficie del terreno. El siguiente intento se realizo el 18 de abril de 1961, construyendo un cohete de 120 cm de longitud y logrando una altura de 80 metros aproximadamente. Este se denomino como Seek II.

Después de esa exitosa experiencia, y con la confianza renovada, construyo y lanzo su tercer cohete el 6 de Octubre de 1962 al que denomino Tequendama I, logrando una altura de 300 m. Posteriormente quiso reutilizar dicho cohete para realizar otro lanzamiento, al que denomino Vilvar I (En honor a la empresa de muebles metálicos en la cual laboraba por el apoyo recibido), lo que constituyo el primer experimento con un ser vivo. En esta primera experiencia se coloco en la parte superior un Cuy, en una capsula denominada Ancora la cual estaba acondicionada para el singular pasajero. Lastimosamente este intento de cohete con pasajero a bordo no logro los objetivos esperados y exploto pocos metros después del despegue. La experiencia adquirida le sirvió para construir el siguiente denominado Tequendama II, en el cual también incluyo una capsula con su respectivo sistema de paracaídas. Pero en esta ocasión tendría como tripulante a un pequeño primate [30].

Ilustración 4 Cohete Tequendama II en la plataforma de Lanzamiento



Fuente: Revista Cromos

Acá es donde la malicia, junto con la ironía y la publicidad hace huecos en la historia. Lo primero que toca describir es que la altura lograda, por la cual es comúnmente conocido el señor Moreno es simplemente un error de mecanografía o un desliz farandulero. Durante muchos años hemos escuchado que sus cohetes han llegado a 3800 metros de altura, convirtiéndolo en una leyenda y meta para cualquier cohetero que quiera imitarlo. Pero las circunstancias fueron otras, la altura

lograda verdadera fue de 380 metros, lo que equivale al 10% de su hazaña, pero no de su proeza. Con esto quiero decir y resaltar que este magno error es debido por el periodista que tomo dicha historia, y aumento un dígito en la cifra. De ahí en adelante otros periodistas tomaban este como cierto y lo repetían si preguntan al autor de los cohetes. Este hecho fue transmitido personalmente por el protagonista de esta parte del relato en un café de la ciudad de Bogotá a los autores.

Para terminar de contar la historia, el cohete Tequendama II despegó satisfactoriamente con su tripulación a bordo de la capsula espacial, Al subir, este mejoro su desempeño en comparación con los vuelos realizados anteriormente. Al alcanzar su máxima altura, que fue de 380 metros aproximadamente, se desplegó su paracaídas logrando descender satisfactoriamente la capsula con su inusitado ocupante a tan solo unos 120 metros del lugar del lanzamiento. Este se ubico encima de unos arboles al entrar en contacto con la superficie, y donde posteriormente fue rescatado saliendo ileso el "miconauta", como lo titularon los medios de comunicación, eso si, algo alterado.

Aparte de sus proezas como uno de los pionero de la cohetería amateur en Colombia, logro respuesta de varias cartas que le dirigía a la agencia espacial estadounidense Nasa, logrando que en la embajada de dicho país en Bogotá le entregaran periódicamente folletos, revistas y libros del programa espacial norteamericano. Igualmente por su perseverancia y esfuerzo, además de contar con la ayuda de amigos, logro viajar a los Estados Unidos para observar personalmente el lanzamiento del histórico cohete Saturno V durante la misión Apolo XVI, cuyo lanzamiento fue el 16 de abril de 1972, siendo este vuelo la quinta misión tripulada a la Luna, convirtiéndose esta experiencia única e irrepetible para el.

Dos años después de lograr el viaje de su vida, Isaías Moreno "El Científico" quiso replicar en sus cohetes la tecnología y la fuerza vista en el modelo realizado por su héroe, y el de toda una generación, el Saturno V de Wernher Von Braun, así que empezó el estudio de motores de cohete de combustible liquido. Aunque conocía sus limitaciones de conocimiento y recursos, se conformaba con que dicho cohete volara unos cuantos centímetros, pero si funcionaba, dicho logro serviría para motivar a jóvenes en las ciencias aeroespaciales.

Este noble proyecto le tomo tres años de su vida, logrando avances significativos, hasta que una recomendación personal ya en el año de 1976 le indico que debía parar con sus esfuerzos en cohetería, ya que debido en el conflicto armado y social en el cual se encontraba el país, podría correr peligro ya que ese conocimiento podría ser de interés de una u otra parte. Fue así que hasta el día de hoy, ya con 67 años decidió permanecer en el anonimato, y sin volver a retornar a su principal interés, que es el de la cohetería.

Paralelamente, trabajaba en cohetería por la misma época el caqueteño Hernán Charry, cuando a la edad de 11 años, en Armenia, fabricó su primer artefacto espacial en bronce, pero debido al

excesivo peso nunca voló. Entonces, decidió cambiarse a un metal menos pesado y el aluminio fue su material de experimentación. A éste le agregó la fórmula química con explosivos que encontró en un libro y que creía lo llevaría a realizar su sueño: ver en el cielo las pequeñas criaturas que el mismo elaboraba [13].

Pero la fórmula falló y los cohetes se estallaban a pocos metros de altura. En 1967, esto le causó varios encuentros con las autoridades y una retención en la cárcel, por utilizar materiales explosivos en áreas públicas y residenciales. Tenía 15 años y a pesar de los quemones, regaños y decepciones, el interés por el espacio crecía. Ya establecido en la ciudad de Bogotá en el año de 1973, lanzó sus primeros cohetes con éxito alcanzando los 100 metros de altura, y convirtiéndolo desde entonces en uno de los coheteros más perdurables hasta la actualidad.

Ya en la década del 90 se efectuaron 55 lanzamientos de cohete aproximadamente, alcanzando alturas entre 100 y 350 metros, los cuales fueron contruidos con materiales livianos como cartón, plástico y balsa

Ilustración 5 Renzo Cian y Hernán Charry durante el lanzamiento de cohetes en la sabana de Bogotá



Fuente: Archivo Personal Hernan Charry

Otro que empezó a experimentar en cohetería fue el hoy director del observatorio astronómico de la Universidad de Nariño, en Pasto, el Profesor Alberto Quijano Vodniza, que para el año de 1968, y mientras tenía unos 15 años de edad, construyó y lanzó un pequeño cohete a base de pólvora, además de contar con la curiosa tripulación de cinco mosquitos, quienes tenían asegurada su descenso gracias a un paracaídas, desafortunadamente, como en los primeros tiempos de NASA, hubo un problema y el cohete cambió de trayectoria y todo terminó en una explosión. Lastimosamente este hecho representó una prohibición por parte de su familia, dejando un posible

adelantado en la astronáutica en el camino, pero ganando un increíble astrónomo para la región sur del país.

Mientras el hombre llegaba a la Luna, se iniciaba el desarrollo del proyecto del transbordador espacial, y otros países de la región empezaban a observar el tema aeroespacial con intriga, la coherencia Colombiana parecía estancarse, y las personas que trabajaron en esta área durante la época de los 70 y 80, eran escasas y algunas ocultas.

De las pocas actividades registradas en estas décadas, existieron otras acciones personales y colectivas orientadas al desarrollo de las ciencias aeroespaciales y a la creación de una agencia espacial que comenzara a estructurar todo el ámbito espacial nacional. La reflexión para comenzar a estructurar el Programa Aeroespacial Colombiano (PAC) se comenzó en el año de 1988, denominándose así por Carlos Orlando Parra cuando comenzó la reflexión sobre la necesidad de estructurar un Programa Espacial en los países en vía de desarrollo, explorando la posibilidad de establecer una entidad organizativa como la de la Agencia Espacial Europea. Y es así como en la configuración de esta propuesta, se plantea la necesidad de fortalecer e impulsar Agencias Aeroespaciales Nacionales y Regionales en los países en vía de desarrollo. Los aspectos iniciales de la propuesta fueron publicados en la monografía con la que optó al título de Licenciado en física en la Universidad Pedagógica Nacional (1990); luego en el año de 1997 publicó el libro "La Hora Cósmica" y se comenzó un plan de trabajo cuyo fin es contribuir a consolidar la propuesta [4] [5] [9].

Ya corría el año de 1998 y el afamado científico Colombiano Jorge Reynolds se sumo a la iniciativa, y gracias a su experiencia impuso un necesario formato: la idea era poder aterrizar múltiples ideas en un proyecto concreto. Así nació el Trabajo Aeroespacial Misión Satelital TAMSA (que significa salud en vocablo Muisca). El propósito de ese proyecto fue que a través del diseño y construcción del cohete, la base de lanzamiento y el Microsatélite, se pudiese colocar en órbita baja dicha plataforma satelital, a la que se denominó Hageo. Para el diseño y construcción del cohete, al que se llamo Yurupari, se recluto a un grupo de voluntarios, liderados por los jóvenes ingenieros Edgard Espejo en la aerodinámica y Wilson Pinzón en la propulsión química, quienes pasaron a la coherencia aficionada desarrollando un cohete de 44cm x por 3.5 cm de diámetro que pronto, después de múltiples excitaciones, dio los resultados esperados, para la alegría de muchos. En vista de darle un

Ilustración 6 Miembros fundadores de la Asociación para la promoción de una Agencia Espacial en Colombia ASPA. Maximiliano Londoño (izq.), Carlos Orlando Parra y Edgar Espejo (Der).



Fuente: Freeman, Marsha. *Iberoamérica, a la conquista del Espacio*

marco organizativo a los diferentes temas, se creó ASPA, Asociación Pro Agencia Espacial, publicándose informalmente resultados y distribuyendo literatura adecuada al propósito.

Ilustración 7 Cohete Misión Tamsa. Replica ubicada en el Museo Militar de Colombia 2006



Fuente: Archivo personal Víctor Castelo

A la iniciativa de la misión TAMSa, se integran otras instituciones como Indumil, SENA, Universidad San Buenaventura, Planetario Distrital. Como producto de su investigación quedó un diseño conceptual de un cohete, el cual se encuentra como maqueta en el museo militar de Bogotá.

Ya en el marco del PAC, se crean varias organizaciones en diferentes Universidades de Colombia, para el caso de la Universidad Nacional de Colombia, sede de Bogotá, se crea en Marzo del año 2000 el Nodo de Estudios Aeroespaciales Napsú, donde se realizaron investigaciones en la propulsión, logrando hacer varias pruebas y avances significativos al respecto.



Ilustración 8 Exhibición de cohetaría
Carlos Orlando Parra



Fuente: Origen desconocido

Ya desde la década de los 90, de nuevo Hernán Charry, ya establecido de manera permanente en el municipio de Villa de Leiva, y en compañía de Carlos Orlando Parra, diseñan y construyen pequeños cohetes, con motores a base de pólvora y compuestos nitratos, los cuales desarrollan vuelos verticales menores a un kilómetro de altura. Sumando una experiencia de más de 20 años frente al desarrollo de cohetes de potencia baja y media. En la actualidad, y con ayuda de la fundación científica Elkeve sigue construyendo

cohetes de propelente solido. En el año 2006 la fundación Elkeve presenta a los medios de comunicación un proyecto para llevar un roedor en vuelo suborbital, de alrededor de 80 Kilómetros con motores de combustible líquido, lastimosamente esta iniciativa no pasa de la construcción de algunos elementos, y unas significativas pruebas, aunque actualmente sigue vigente el proyecto por parte de sus autores [13]. Este cohete, Hernan Charry lo realiza junto con su condiscípula Lina González al cual se denomino hechizo.

Ilustración 9 Cohete de combustible liquido HECHIZO



Fuente: Archivo personal Hernán Charry

Ilustración 10 Hernán Charry y Lina González en primera final al concluir el lanzamiento cohetes acompañado de otros coheteros aficionados en Villa de Leiva. 2003



Fuente: Origen desconocido

Ya en el año de 1995, y bajo la tutela del profesor Hernando Restrepo Bonilla (Q.E.P.D.), en el Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Antioquia, se crea el grupo de estudio, investigación y desarrollo en ciencias aeroespaciales INGES AEROSPACE, en el que posteriormente se empiezan a aunar esfuerzos con la vinculación estudiantes y profesores de la Universidad Eafit y la Universidad Pontificia Bolivariana UPB, creando un grupo multidisciplinar enfocado en diferentes líneas de investigación, siendo uno de ellos la cohetería experimental.

Con el inicio del siglo XXI, se llena de esperanzas el ámbito espacial colombiano, y poco a poco diversos profesionales se involucran en este campo de acción. En el primer lustro del nuevo siglo, se realizan las primeras tesis de pregrado en diseño de motores cohete de combustibles sólidos en la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad San Buenaventura de Bogotá y la Universidad de los Andes. Ya en el año 2003 se publica el primer libro técnico sobre cohetería en Colombia denominado “Introducción a la tecnología de la propulsión”, por parte de Diego Alexander Garzón Alvarado, Máximo Alejandro Roa Garzón y Carlos Alberto Duque Daza de la Universidad Nacional de Bogotá.

Ilustración 11 Cohete Fenix, realizado por Nelly Otero junto con Raúl Joya. I Festival de Astronomía. Junio de 1998.



Fuente: Archivo personal Hernán Charry

Siendo la Asociación de Astrónomos Autodidactas de Colombia Asasac, con sede en Bogotá, una de las agrupaciones de divulgación en astronomía y astronáutica con mayor vigencia en Colombia, no puede escaparse de la cohetería. Algunos de sus integrantes inician sus primeros experimentos de cohetería en los años noventa, pero a causa de pequeños accidentes e infortunios con respecto a la seguridad en las pruebas y lanzamientos, lo suspenden hasta que ya en el año 2001, y debido a la vinculación de nuevos integrantes, se reabre la comisión de astronáutica de Asasac. Desde dicho periodo, se reactiva la investigación de cohetería y es así que durante los años siguientes exponen sus resultados en el marco del Festival de Astronomía que se realiza anualmente en la población de Villa de Leyva.

Ya para el 2003 la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, de Bogotá, crea por interés de sus estudiantes de ingeniería, el grupo de investigaciones en astronomía y astronáutica Pleyades, y desde allí se crea un grupo de trabajo en cohetería, logrando grandes avances en poco tiempo. Su primer cohete exitoso es denominado vehículo espacial de gran altura Vega, con el que participa en el **I Concurso Nacional de Cohetería “Isaías Moreno”**, logrado para su primera participación, un éxito rotundo frente a los otros competidores de mayor experiencia. Este evento se realizó durante los días 7, 8 y 9 de Agosto de 2003, en el que participaron Kosmos, Museo del Espacio, Asasac, Colegio Antonio Nariño y Universidad Distrital.

Con motivo de compartir experiencias, emociones y amistad, se crea entre el grupo de coherería de Pleyades de la Universidad Distrital y el de la comisión de astronáutica de Asasac, la Comisión Colombiana de Cohetería y Astronáutica C3, lo que le permite convertirse en el ente de promoción educativa en el campo de la coherería más dinámico hasta el momento, llegando a capacitar a más de 2000 niños, niñas y jóvenes en sus primeros años de vida como grupo, haciendo grandes desarrollos en el tema de la coherería hidráulica, modelismo y coherería de propelente solido.

También por la misma época y en representación del C3 y la Universidad Distrital, se presentaron los avances en el Congreso Argentino de Tecnología Espacial CATE2005 con respecto a la divulgación de las ciencias aeroespaciales en Colombia, utilizando como herramienta los cohetes de agua.

Ilustración 12 Fundadores de la Comisión Colombiana de Cohetería y Astronáutica C3. (De Izq. a der.) Oscar Castillo (UD), Marco Pirateque (UD), José M. Bautista (Asasac), Enrique Castillo (Asasac). Festival de Astronomía 2005.



Fuente: Archivo personal Autor

Entre Septiembre 30 y el 1 de Octubre del año 2006 se realizo el **II Concurso Nacional de Cohetería** en el que participación la Comisión Colombiana de Cohetería y Astronáutica C3 y Kosmos Museo del Espacio. A partir de ese mismo año se creo por decreto presidencial la Comisión Colombia del Espacio CCE, encargada de orientar los intereses estatales en el ámbito espacial, creando un boom en las ciencias aeroespaciales en diferentes ciudades de Colombia,

Para esta época, y como fruto del trabajo adelantado dentro del grupo Inges Aerospace en la ciudad de Medellín, diversos estudiantes, entre ellos David Alejandro Pineda de la Universidad de Antioquia, inicia más arduamente su investigación en cohetes, permitiendo grandes avances en cohetes de propulsión sólida, permitiendo construir un cohete que logra una altura superior a los 500 metros de altura. Este logro lo obtuvo con su coequipero Juan Sebastián Rodríguez, quien en ese momento era también estudiante de la Universidad Eafit.

Posteriormente en el año 2007, con una mayor experiencia técnica, y con una mayor vocación hacia la enseñanza de la cohetes, David Pineda, en compañía de Andrés Ramírez y Andrés Molina, diseñó, desarrolló y empezaron a comercializar el primer Kit de cohetes realizado en Colombia denominado Kit Paradigma. Posteriormente, con la llegada de Andrés Villegas y Juan Sebastián Rodríguez le permitieron mejorar algunos sistemas y diseño del cohete paradigma, lo que permitió crear un nuevo grupo denominado Gecko rockets, antes conocidos por el nombre de Grupo Antioqueño de Cohetes Experimental.

Ilustración 13 Creadores del primer kit de cohetes amateur en Colombia. (Izq. a Der.) Andrés Ramírez, David Pineda y Andrés Molina



Fuente: Archivo personal David Pineda

Por esa misma época, en la Universidad Nacional de Bogotá y Medellín se crean grupos de investigación en propulsión, enfocándose en la divulgación de la astronáutica a través de la cohetes hidráulica, llegando a realizar eventos locales y regionales. Gracias a esa experiencia, la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología de Panamá les invitó para dictar talleres teórico prácticos en tres diferentes ciudades del vecino país, con la finalidad de capacitar a docentes de diferentes áreas como Biología, Matemáticas, Física, entre otras, donde dichos docentes buscaban

incorporar el uso de cohetes de agua como herramienta pedagógica en cada una de las diferentes cátedras que ellos brindan [15] [17] [18].

Ya en este punto, con una mayor divulgación del tema, las instituciones educativas en diversas ciudades del país, empiezan a adoptar la cohetería amateur como parte de sus actividades como profundización en temas de ciencia y tecnología, siendo la cohetería hidráulica y la de potencia baja la preferida, ya que por su bajo costo, fácil realización y parámetros de seguridad de fácil cumplimiento, permite a niños, jóvenes y adultos una mayor interacción con las ciencias básicas [23].

En el 2008, surge el grupo de propulsión espacial en la Fundación Universitaria Los Libertadores, el cual cuenta con el desarrollo de motores cohete de combustible sólido supersónicos, y la integración de Ingenieros Aeronáuticos, Mecánicos y electrónicos enfocados en el desarrollo de cohetes atmosféricos, y posteriormente cohetes sonda. Para la misma época se empiezan a publicar las primeras tesis de pregrado en relación a un diseño conceptual de un posible cohete portador de satélites colombiano, a cargo del ingeniero aeronáutico Jhonathan Orlando Murcia, quien actualmente adelanta estudios de maestría en Astronomía y realiza como proyecto de grado la tesis con el título “Estudio de la trayectoria de un cohete de tres etapas lanzado desde el Territorio Colombiano” [1] [32].

Ilustración 14 Preparación combustible Candy

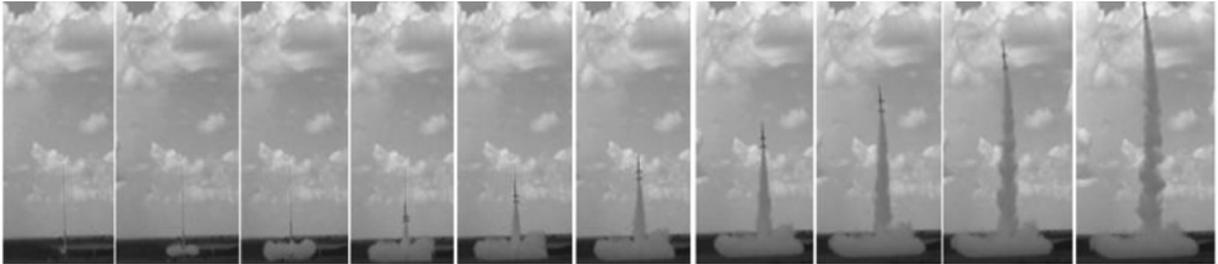


Fuente: Archivo personal Jhonathan Murcia

En el seno de la Universidad de los Andes, nace el Proyecto Uniandino Aeroespacial (PUA), el cual surgió como una iniciativa de estudiantes de primer semestre de ingeniería mecánica. Desde el 2002 el proyecto cobró más solidez gracias múltiples tesis de grado y maestría, dirigidas por el ingeniero Fabio A. Rojas, en estas tesis se diseñó un pequeño motor cohete perfecto para la misión originalmente pensada en el proyecto PUA. Posteriormente en la tesis de pregrado del estudiante Álvaro Jiménez propuso el diseño de un cohete prototipo llamado TRITON, el cual no ha podido ser lanzado por problemas logísticos [19].

Actualmente el proyecto PUA hace parte de del Grupo de Estudios en Asuntos Aeroespaciales (GEAA), en el que participan las universidades Universidad Nacional de Colombia y la Universidad Militar Nueva Granada. Este es un proyecto mucho más ambicioso con el que se pretende en un futuro no muy lejano alcanzar los niveles tecnológicos en el diseño de cohetes de los países desarrollados [33].

Ilustración 15 Secuencia de despegue Misión Séneca, Cohete AINKAA 1



Fuente: Misiones de cohetaría experimental con propelente sólido: misión AINKAA 1

Durante el semestre 2009-1 el entonces estudiante José Alejandro Urrego Peña, propuso lanzar el cohete AINKAA 1, el cual ya se encontraba diseñado dentro del programa PUA. La labor de Alejandro fue poner a punto el cohete y lanzarlo, para que cumpliera una misión determinada previamente. Este proyecto estaba previsto para que desarrollará una aceleración máxima de aproximadamente 110 m/s^2 (11.2 g). y una velocidad máxima de 220 m/s, es decir, era un cohete subsónico (velocidad menor que la del sonido). El cohete se lanzo, alcanzando una altura de 780 metros aproximadamente, determinado a partir de un altímetro que media en función de la presión atmosférica [21].

Con respecto a la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UTPC, se tiene un conocimiento, aunque mínimo, de que hace alrededor de unos 4 años, algunos estudiantes estaban trabajando en cohetaría, lastimosamente no se posee ninguna información de continuidad y avances en el proceso.

Estado actual de la cohetería amateur y experimental

Durante el año actual, el 2011 ha sido un año de suma importancia para la cohetería nacional, ya que este año sirvió para consolidar varios proyectos de investigación, afianzar la divulgación en las ciencias aeroespaciales, enfocando esfuerzos en la cohetería, y presentación de otros grupos de investigación.

Cohetería hidráulica

La cohetería hidráulica ha tenido importantes avances dentro del territorio nacional, llegando a convertirse en una de las plataformas de más fácil aplicación y aceptación por parte de la comunidad escolar y académica. Permitiendo que diversas ciudades o regiones a nivel nacional se apropien del conocimiento, e inclusive se convierten líderes, como es el caso de la costa norte (Santa Marta, Barranquilla y Cartagena), en la cual logran lanzar más del 50% de los cohetes hidráulicos registrados en el presente informe, siendo el responsable de esta proeza Alfonso Hiram Redondo.

Esta popularidad ha permitido que se difunda por todos los rincones del país, inclusive ha permitido traspasar las fronteras. Aparte de lo mencionado anteriormente por los estudiantes de la Universidad Nacional, y por algunos de los miembros de la Universidad Distrital y del C3; Más recientemente este mismo grupo ha sido invitado a participar en las últimas ediciones del Torneo de Cohetería Hidráulica de Asia y el Pacífico (denominado internacionalmente como Asia-Pacific Regional Space Agency Forum APRSAF).

Ilustración 16 Alfonso Hiram Redondo y María Paula Fuentes durante su viaje a Singapur para participar en el XVIII Torneo de Cohetería de Asia y el Pacífico en representación de Colombia 2011.



Fuente: Comisión Colombiana de Cohetería y Astronáutica C3

Esta categoría es muy difundida a nivel nacional en escuelas y colegios, ya que con simples botellas plásticas de gaseosas o refrescos, mas una bomba de aire o en su defecto un compresor, mas unos cuantos materiales para su diseño, y sin olvidar el combustible, que es simple agua, permite a estudiantes poner en practica conceptos de física y matematicas sin mayor riesgo.

Ilustración 17 Lanzamiento de cohetes por alumnos del Colegio Técnico Nacional de Nobsa en Sogamoso. 2006.



Fuente: Equipo de cometas
BOGOTÁ 2.600

Ilustración 18 Lanzamiento de cohetes hidráulicos en el Colegio La Salle, de la ciudad de Cartagena. Mayo de 2010



Fuente: Alfonso Hiram Redondo. Astronomovil

Ilustración 19 Lanzamientos durante el Concurso de coherería hidráulica en el Colegio IETI 20 de Julio de la ciudad de Cali. 2006



Fuente: Archivo personal José Luis Altamirano

Ilustración 20 Lanzamiento de cohetes por alumnos de Electrónica de la Universidad del Quindío en Armenia. Junio de 2011.



Fuente: Agencia NTQ

Es tan efectivo con los estudiantes este proceso de aprender jugando, que hasta universidades lo aplican en sus proyectos para profundizar conocimientos en matemática, física y electrónica principalmente. Tal es el caso de la Universidad del Quindío (Armenia), que a sus estudiantes les tienen como proyecto de construir cohetes hidráulicos con el fin de llegar a una distancia específica. En la Universidad Libre (Bogotá), se esta iniciando todo un proceso de fomento en las ciencias aeroespaciales, y por tal motivo ha venido trabajando fuertemente en la apropiación de conocimiento en coherería hidráulica, por parte de algunos estudiantes y docentes, entre los que cabe resaltar a Christian Páez Herrera como gran promotor de las actividades espaciales.

En el Instituto Tecnológico del Putumayo (Mocoa), por medio del Ingeniero Ferney Cánchala Córdoba, quien como profesor, impuso la moda entre sus estudiantes de investigar en ciencia y tecnología aeroespacial, en beneficio de las condiciones ambientales y agropecuarias de la región. El ingeniero es promotor al sur del país de la Asociación Astronáutica Colombiana Astcol, entidad de la cual hablaremos más adelante.

Ilustración 21 Grupo de cohetería hidráulica en Mocoa Putumayo



Fuente: Astcol

Cohetería de propelente solido

Es acá en esta categoría, donde la cohetería ha obtenido sus más grandes avances y logros hasta el momento, y donde en lo corrido del ultimo año se ha aumentado conocimientos y experiencias a través de los centros de investigación en universidades y entidades independientes.

En el caso de la Universidad Pontificia Bolivariana UPB (Medellín), en el Semillero de ingeniería aeronáutica, que aunque ya tiene varios años trabajando en diversas investigaciones, solo desde los últimos ha iniciado labores en cohetería de propelente solido, teniendo este año significativos avances con respecto al diseño de motores, caracterización de propelentes tipo Candy, diseño y construcción de plataforma de lanzamiento y de banco de pruebas estático para adquisición de datos de empuje y presión de cámara para cohetería experimental.

Otra universidad que ha abierto un espacio para que sus estudiantes puedan investigar al respecto, sin tener que hacerlo por fuera de ella es la Universidad de Antioquia (Medellín) en la que se espera que próximamente presenten satisfactorio avances.

La Universidad San Buenaventura (Bogotá), es otro referente de la historia aeroespacial, Desde esta institución se trabaja desde hace varios años a partir de proyecto de grado, de los que cabe mencionar del cual se realizo el lanzamiento del cohete denominado JAL DF700 desde un área despejada entre la población de Guasca y Guatavita, al norte de la ciudad de Bogotá. Actualmente

dicha universidad sigue adelantando diseños de cohetes a partir de diversos proyectos. El más llamativo es el que se tiene desde hace algunos años denominado como proyecto CANSAT, que consiste básicamente en la construcción de un cohete portador para un kilómetro de alcance vertical con combustibles sólidos, y teniendo como carga útil un dispositivo electrónico construido por sus mismo estudiantes. Según las últimas referencias transmitidas personalmente, este año fue donde más se avanzó al respecto, así que se definirá próximamente el lanzamiento de su cohete [34].

La Universidad Militar Nueva Granada (Bogotá) es otra que se suma al esfuerzo de trabajar en pro de las ciencias aeroespaciales en Colombia. En la actualidad la Universidad Militar Nueva Granada en convenio con INDUMIL, está desarrollando un sistema activo de control para lograr la estabilidad de cohetes experimentales tipo aficionado, utilizando sensores y actuadores de bajo costo, y generando la apropiación de conocimiento necesaria. [33].

En la Universidad Industrial de Santander (Bucaramanga), a través de sus grupos de investigación, se promueve la divulgación y la investigación en estas áreas, tal es el caso del Grupo Halley, que llevan a cabo actividades de difusión de astronáutica con el que involucra la cohería hidráulica. El grupo de investigación GIEMA, dentro del cual se formó el semillero de propulsión de la Escuela de Mecánica, investiga actualmente desde cohería de propulsión sólida, sus simulaciones hasta la programación aplicada a propulsión por plasma, con apoyo de docentes de la escuela de física, exactamente del Laboratorio de plasma.

La Universidad de Nariño es un caso particular frente al proceso, ya que aunque llevan varios años investigando diferentes tecnología frente a la cohería, no han pasado de ser solamente trabajos teóricos.

Ya en casos personales, Carlos Orlando Parra, ahora como funcionario público de la Secretaría de Educación de Bogotá, ha realizado durante el presente año una contundente campaña de la ciencia y la tecnología a través de lanzamiento de pequeños cohetes de propelente sólido en los diferentes colegios del distrito, logrando posicionar dicho programa dentro de la entidad, alcanzando números de envidia, alrededor de 4 lanzamientos al mes [12].

Asociación Astronáutica Colombiana Astcol

La Asociación Astronáutica Colombiana ASTCOL es una entidad sin ánimo de lucro de carácter académico, científico y social, la cual está integrada por colombianos dentro y fuera del territorio nacional que tiene por objeto promover, fomentar y fortalecer espacios para la formación, la investigación, el uso, el desarrollo y la divulgación de las ciencias aeroespaciales en sus diferentes áreas en Colombia, enfocando esfuerzos en la búsqueda y generación de nuevos talentos.



ASOCIACIÓN ASTRONÁUTICA
COLOMBIANA

Dentro de los lineamientos estratégicos de la Asociación y como parte de su Plan Nacional de Educación esta la implementación del programa de Educación Espacial Escolar EEE+14, enfocado a adolescentes mayores de 14 años, y en el que se concibió el proyecto en cohería experimental con el que se abordan temas de matemática, física, electrónica, electricidad, telecomunicaciones, habilidades en el manejo de materiales, herramientas, maquinaria y software, además de la formación de líderes y la gestión de proyectos. Posteriormente la comunidad religiosa Dominicas de Santa Catalina de Sena quiso aplicarlo en nueve (9) de sus instituciones educativas ubicadas en diferentes ciudades de Colombia.

Ilustración 22 Logo Proyecto de cohería del programa de Educación Espacial Escolar EEE+14



Proyecto de cohería experimental
**PROGRAMA DE EDUCACIÓN
ESPACIAL ESCOLAR EEE+14**
Asociación Astronáutica Colombiana ASTCOL
Fuente: Astcol

Dicho proyecto consiste en el análisis, diseño, construcción y lanzamiento de un cohete experimental de combustible sólido con una carga útil que supere los 1000 metros de altura, con la misión de medir componentes atmosféricos sobre el ecuador terrestre a más de 3000 metros de altura sobre el nivel del mar. (1000 metros de altura del lugar de lanzamiento).

En honor al centenario de fallecimiento del fundador de la comunidad religiosa, el cual consideraba que el estudio y la enseñanza como es el más sagrado deber, este vehículo espacial experimental llevara el nombre de Fray Saturnino Gutiérrez, cuyo lanzamiento se realizara el día 18 de Febrero de 2012, el cual se conmemora la Fundación de la congregación [35].

Ilustración 23 Integrantes del proyecto de cohería experimental EEE+14



Fuente: Astcol

Aparte de todo lo relatado anteriormente, solo hay actualmente dos entidades estatales que desarrollan proyectos en cohetes reconocidos, que son la Industria Militar de Colombia Indumil, con su proyecto de cohete aire-tierra con el que pretende abastecer a la Fuerza Aérea Colombiana FAC, que por su parte, y gracias a su Centro de Investigaciones en Tecnología Aeroespacial CITA, esta desarrollando un proyecto de cohete portador de combustible líquido y 3 etapas para pequeños satélites. Con esto podemos decir que cerramos el panorama nacional con respecto a la cohetes [21].

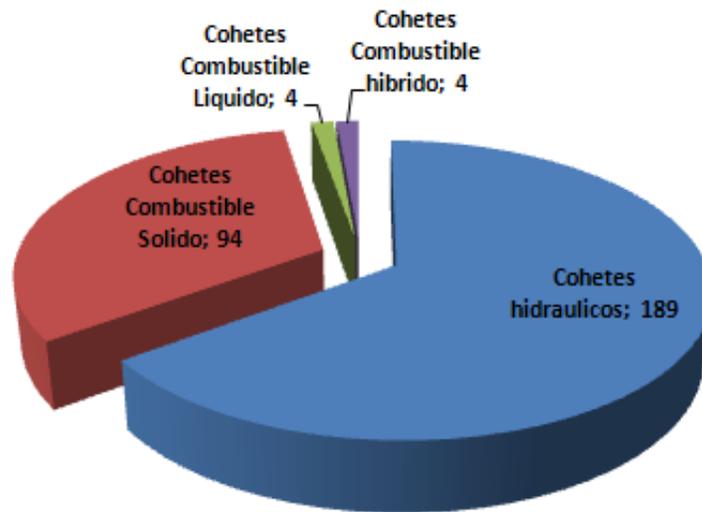
A continuación se presentan algunos datos estadísticos con respecto a la cohetes en Colombia.

Este documento, es solo un resultado preliminar de la investigación de la Asociación Astronáutica Colombiana Astcol, y reconoce que faltan más datos e información pertinentes, pero servirá de referencia ante la ausencia de cualquier tipo de información recopilada al respecto.

En resumen, se pudo recolectar datos de 32 personas, de las cuales ellas referenciaron a otras más. Otros se obtuvieron de manera directa a través de entrevistas personales o telefónicas, sumando 7 más, De la búsqueda exhaustiva por internet, debido a la ausencia de contacto alguno, se suman unas 10 personas más. Estos datos se recolectaron de colombianos dentro y fuera del país, llegando a obtener información de más de 10 departamentos del territorio nacional.

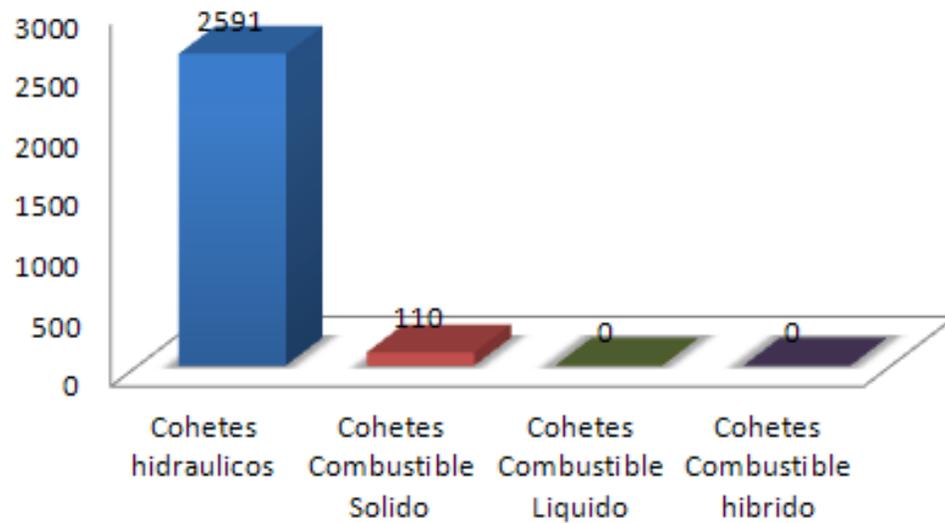
	Preguntas	hidráulicos	Combustible Solido	Combustible Liquido	Combustible hibrido	Total
Resumen 2011	Nº Personas	189	94	4	4	291
	Nº Lanzamiento	2591	110	0	0	2701
	Nº Capacitados	2380	190	5	0	2575
	Altura Max	120	800	0	0	

Ilustración 24 Numero de coheteros en Colombia para el 2011



Fuente: Autores

Ilustración 25 Resumen de la cohetería en Colombia



Fuente: Autores

Proyecciones de la cohetería para el año 2012

Para la realización de esta proyección para el año 2012, se tomaron en cuenta los datos suministrados para el año 2011, además de información y datos suministrados de manera personal, telefónica y electrónica durante la investigación realizada.

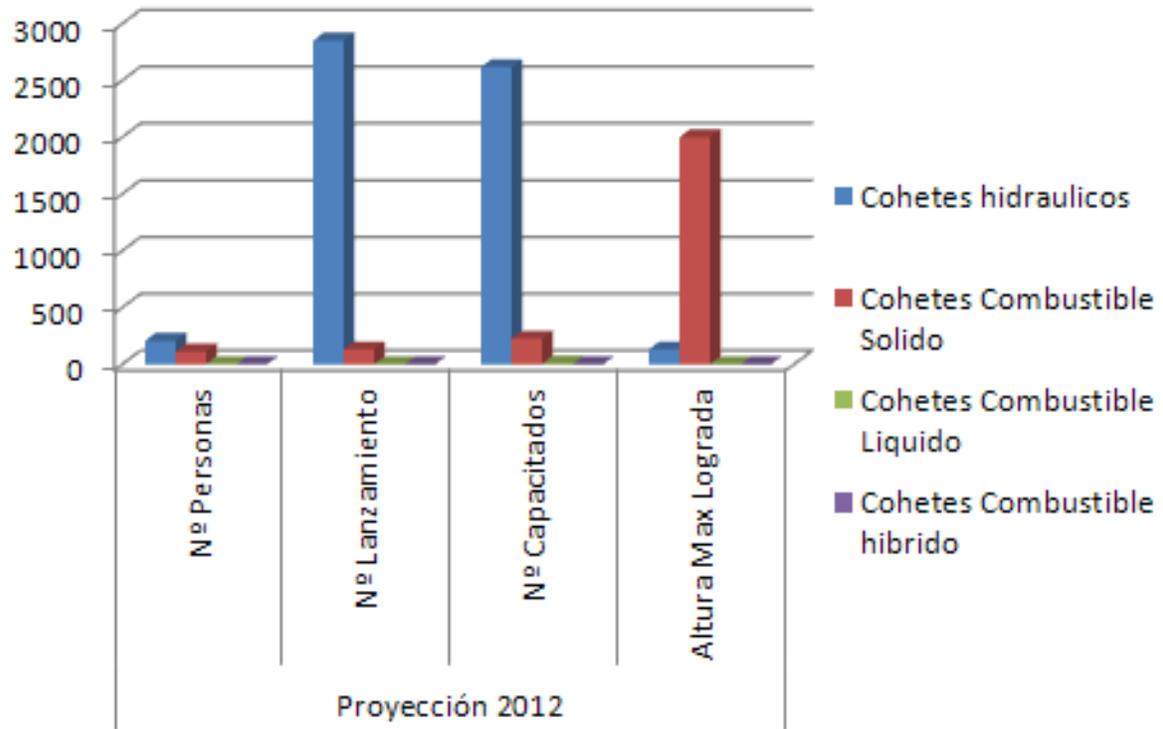
Con respecto a la cohetería hidráulica, se tomo como un tímido aumento a las actividades relacionadas en el año 2011, incrementando un 10%, dada la experiencia y información recolectada.

Con respecto a la cohetería de combustible solido, se tienen cuenta todas las actividades y proyectos que se están trabajando en la actualidad, y se propone hacer un incremento del 20% con respecto a las actividades realizadas durante el año 2011. Además es necesario tenerse en cuenta que la Asociación Astronáutica Colombiana Astcol planea organizar durante el segundo semestre de 2012 el **III CONCURSO NACIONAL EN COHETERÍA "ISAÍAS MORENO"**, en honor a uno de los pioneros mencionados anteriormente en dicho documento, y como secuencia de los dos organizados anteriormente.

Para los cohetes de combustible solido e hibrido, lastimosamente no se ve ningún avance significativo al respecto, por tal motivo es mínimo su incremento, solo un 5%, ajuste que no permite cambiar los valores, salvo el numero de personas capacitadas frente al tema.

	Preguntas	Cohetes hidráulicos	Cohetes Combustible Solido	Cohetes Combustible Liquido	Cohetes Combustible hibrido	Total
Proyección 2012	Nº Personas	207	112	4	4	327
	Nº Lanzamiento	2850	132	0	0	2982
	Nº Capacitados	2618	228	5	0	2851
	Altura Max	132	2000	0	0	
		10%	20%	5%	5%	

Ilustración 26 Proyección de la cohetería en Colombia para el 2012



Fuente: Autores

Anexos

Bibliografía

- [1] Murcia Piñeros, Jhonathan. Breve historia de la cohetería en Colombia. Fundación Universitaria Los Libertadores.
- [2] Alarcon, Diego. Fiebre de cohetes. El Espectador. <http://www.elespectador.com/impreso/articuloimpreso90110-fiebre-de-cohetes>
- [3] Latorre, Eduardo. <http://eduardolatorrecomentarios.blogspot.com/2006/04/noticia-espacial-hacia-una-agencia.html>
- [4] Freeman, Marsha. Iberoamérica, a la conquista del Espacio. Ciencia y Tecnología. Resumen ejecutivo de EIR.
- [5] Parra, Carlos Orlando, Espejo El Papel que Colombia debe Jugar en las Ciencias y Técnicas Aeroespaciales
- [6] http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento//investigacion_academica_vital_para_la_aeronautica/investigacion_academica_vital_para_la_aeronautica.asp
- [7] Periódico Alma Mater (1997 - 2007) – 10 años de Noticias, opiniones y análisis con el sello de la Universidad de Antioquia. Sistema de comunicaciones Universidad de Antioquia. Pág. 153
- [8] La asociación entrerriana de astronomía (AEA), Astronáutica: Historia de la cohetería www.astroentrerios.com.ar/site/index.php?option=com_content&task=view&id=88&Itemid=70
- [9] Solís Villegas, Arturo. Análisis Comparativo de Agencias Espaciales. Programa Aeroespacial Politécnico. Instituto Politécnico Nacional. México, D. F. Septiembre de 2010.
- [10] Pirateque Bolívar. Marco A. Actividades Espaciales en Colombia 2008. Informe Anual Consejo Consultivo de la Generación Espacial. SGAC <http://oldweb.spacegeneration.org/files/Actividades%20en%20Colombia%202008%20%20Informe%20Anual%20SGAC.pdf>
- [11] El tiempo.com. 'Rata astronauta' volará en un cohete hecho en Villa de Leyva. 2 de noviembre de 2006. <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-3310620>
- [12] Secretaria de educación de Bogotá Exploración del espacio exterior "Colombia Hacia el Espacio", Consultada el 31 de Noviembre de 2011. http://redacademica.redp.edu.co/astrologia/index.php?option=com_content&view=frontpage&Itemid=1

- [13] Eltiempo.com. Hernán Charry: un Astrósofo que lanza cohetes al espacio. 15 de Diciembre de 1998 Fecha de Consulta: 2 de Diciembre de 2011 <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-853874>
- [14] Barriga Caro, Eduardo. 3, 2, 1.....Eltiempo.com 14 de enero de 1998. Fecha de Consulta: 2 de Diciembre de 2011 <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-790252>
- [15] Grupo de investigación en propulsión y astronáutica Gipcun <http://gipcun.org/>
- [16] Comisión Colombiana de Cohetería y Astronáutica C3 <http://coheteriacolombiana.blogspot.com/>
- [17] Cohetería paisa <http://coheteriapaisa.blogspot.com/>
- [18] Grupo de creatividad e innovación Leonardo da Vinci <http://www.grupoleonardodavinci.com/>
- [19] Arbeláez Cardeño, Daniel. Informe Final, Monitoreo de la Misión Séneca Junio de 2009 [Consultado el 3 de Diciembre de 2011]. http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBsQFjAA&url=http%3A%2F%2F157.253.195.67%2Fproyectoslatemm_geaa%2Fdocumentos%2Finternos%2Fformato_PUA.docx&ei=077dTrSaN4SAGwfiqen1BQ&usg=AFQjCNE6AmOtaDr6hk-Ls8JZrZ3aN3b9Ew
- [20] Proyecto Uniandino Aeroespacial. <http://farojas.uniandes.edu.co/pua/>
- [21] Urrego Peña, José Alejandro; Rojas Mora, Fabio Arturo. Misiones de cohetería experimental con propelente sólido: misión séneca, cohete Ainkaa 1. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, vol. 20, núm. 2, diciembre, 2010, pp. 53-64. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia Redalyc Sistema de Información Científica
- [22] Indumil fabricará cohetes aire-tierra en 2010 <http://www.terra.com.co/noticias/articulo/html/acu26698-indumil-fabricara-cohetes-aire-tierra-en-2010.htm>
- [23] Univertarios Quindianos crean Cohetes hidropulsados <http://m.eltiempo.com/colombia/eje-cafetero/universitarios-quindianos-crean-cohetes/9532704>
- [24] Cohete hidráulicos en Sogamoso <http://colrosario.controlacademico.com/>
- [25] <http://tecnologo990019mmi.blogspot.com/2009/09/gran-festival-cohetes-agua.html>
- [26] Lanzamiento de Cohetes y transbordadores - Colegio Técnico Nacional de Nobsa http://www.cometasdeportivas.com/paginasfotos/fotosogamoso_06.htm

[27] Segunda Olimpiada de Ingeniería en la UAO
<http://agenda.universia.net.co/uao/2009/10/13/segunda-olimpiada-de-ingenieria-en-la-uao>

[28] Gatland, Kenneth. Los inicios de la exploración del espacio. Volumen II. Biblioteca de divulgación científica Muy Interesante. 1985 Ediciones Orbis S.A.

[29] Alpatov, Vladimir y otros. La gran aventura del espacio. Salvat Editores S. A.1968

[30] Silva, Silva, Dario. Esto es enserio: Encontramos al quijote criollo de la investigación espacial. Revista Cromos. Volumen 142. 17 de Diciembre de 1973. Pag 128 - 131.

[31] Lanzamiento de cohetes universidad del Quindío. [Fecha de consulta: 20 de Diciembre de 2011]
<http://agenciantq.blogspot.com/2011/06/demostracion-de-cohetes-en-el-campus.html>

[32] [Fecha de consulta: 23 de Diciembre de 2011] <http://www.observatorio.unal.edu.co/estudiantes/>

[33] Aponte Rodríguez, Jorge Alexander y Otros. Modelado, diseño y construcción de un sistema activo de control de estabilidad de bajo costo para cohetes experimentales tipo aficionado. Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina, Vol. 20-1, pp. 77-96. Bogotá, Junio de 2010. ISSN 0124-8170

[34] Bueno Gómez, Álvaro José y Otros. Análisis aerodinámico y estructural para el diseño y fabricación de un cohete de 700 newton de empuje. Universidad de San Buenaventura Facultad de ingeniería. Programa aeronáutica. Bogotá D.C. Agosto de 2009.

[35] Asociación Astronáutica Colombiana Astcol www.astcol.org

Tabla de imágenes

ILUSTRACIÓN 1 LANZAMIENTO DE COHETE POR FRANCISCO RESTREPO ALTURA APROX. 100MTS. MEDELLÍN (1961-1962). __	4
ILUSTRACIÓN 2 MODELOS A ESCALA 1/18 PARA EXPOSICIÓN EN PLANETARIO DE MEDELLÍN 2006 _____	4
ILUSTRACIÓN 3 ISAÍAS MORENO MINUTOS ANTES DE SU PRIMER LANZAMIENTO _____	5
ILUSTRACIÓN 4 COHETE TEQUENDAMA II EN LA PLATAFORMA DE LANZAMIENTO _____	5
ILUSTRACIÓN 5 RENZO CIAN Y HERNÁN CHARRY DURANTE EL LANZAMIENTO DE COHETES EN LA SABANA DE BOGOTÁ _____	7
ILUSTRACIÓN 7 MIEMBROS FUNDADORES DE LA ASOCIACIÓN PARA LA PROMOCIÓN DE UNA AGENCIA ESPACIAL EN COLOMBIA ASPA. MAXIMILIANO LONDOÑO (IZQ.), CARLOS ORLANDO PARRA Y EDGAR ESPEJO (DER). _____	8
ILUSTRACIÓN 8 COHETE MISIÓN TAMSA. REPLICA UBICADA EN EL MUSEO MILITAR DE COLOMBIA 2006 _____	9
ILUSTRACIÓN 9 EXHIBICIÓN DE COHETERÍA CARLOS ORLANDO PARRA _____	9
ILUSTRACIÓN 10 COHETE DE COMBUSTIBLE LIQUIDO HECHIZO _____	10
ILUSTRACIÓN 11 HERNÁN CHARRY Y LINA GONZÁLEZ EN PRIMERA FINAL AL CONCLUIR EL LANZAMIENTO COHETES ACOMPAÑADO DE OTROS COHETEROS AFICIONADOS EN VILLA DE LEIVA. 2003 _____	10
ILUSTRACIÓN 12 COHETE FENIX, REALIZADO POR NELLY OTERO JUNTO CON RAÚL JOYA. I FESTIVAL DE ASTRONOMÍA. JUNIO DE 1998. _____	11
ILUSTRACIÓN 13 FUNDADORES DE LA COMISIÓN COLOMBIANA DE COHETERÍA Y ASTRONÁUTICA C3. (DE IZQ. A DER.) OSCAR CASTILLO (UD), MARCO PIRATEQUE (UD), JOSÉ M. BAUTISTA (ASASAC), ENRIQUE CASTILLO (ASASAC). FESTIVAL DE ASTRONOMÍA 2005. _____	12
ILUSTRACIÓN 14 CREADORES DEL PRIMER KIT DE COHETERÍA AMATEUR EN COLOMBIA. (IZQ. A DER.) ANDRÉS RAMÍREZ, DAVID PINEDA Y ANDRÉS MOLINA _____	13
ILUSTRACIÓN 15 PREPARACIÓN COMBUSTIBLE CANDY _____	14
ILUSTRACIÓN 16 SECUENCIA DE DESPEGUE MISIÓN SÉNECA, COHETE AINKAA 1 _____	15
ILUSTRACIÓN 17 ALFONSO HIRAM REDONDO Y MARÍA PAULA FUENTES DURANTE SU VIAJE A SINGAPUR PARA PARTICIPAR EN EL XVIII TORNEO DE COHETERÍA DE ASIA Y EL PACÍFICO EN REPRESENTACIÓN DE COLOMBIA 2011. _____	16
ILUSTRACIÓN 18 LANZAMIENTO DE COHETES POR ALUMNOS DEL COLEGIO TÉCNICO NACIONAL DE NOBSA EN SOGAMOSO. 2006. _____	17
ILUSTRACIÓN 19 LANZAMIENTO DE COHETES HIDRÁULICOS EN EL COLEGIO LA SALLE, DE LA CIUDAD DE CARTAGENA. MAYO DE 2010 _____	17
ILUSTRACIÓN 20 LANZAMIENTOS DURANTE EL CONCURSO DE COHETERÍA HIDRÁULICA EN EL COLEGIO IETI 20 DE JULIO DE LA CIUDAD DE CALI. 2006 _____	17
ILUSTRACIÓN 21 LANZAMIENTO DE COHETES POR ALUMNOS DE ELECTRÓNICA DE LA UNIVERSIDAD DEL QUINDÍO EN ARMENIA. JUNIO DE 2011. _____	17
ILUSTRACIÓN 22 GRUPO DE COHETERÍA HIDRÁULICA EN MOCOA PUTUMAYO _____	18
ILUSTRACIÓN 23 LOGO PROYECTO DE COHETERÍA DEL PROGRAMA DE EDUCACIÓN ESPACIAL ESCOLAR EEE+14 _____	20
ILUSTRACIÓN 24 INTEGRANTES DEL PROYECTO DE COHETERÍA EXPERIMENTAL EEE+14 _____	20
ILUSTRACIÓN 25 NUMERO DE COHETEROS EN COLOMBIA PARA EL 2011 _____	22
ILUSTRACIÓN 26 RESUMEN DE LA COHETERÍA EN COLOMBIA _____	22
ILUSTRACIÓN 27 PROYECCIÓN DE LA COHETERÍA EN COLOMBIA PARA EL 2012 _____	24