

DEMOSTRACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE FLUIDOS EN CONDICIONES DE GRAVEDAD EXTREMA

Pablo M. González

Escuela Técnica ORT - Inst. San Felipe Neri A-594 –
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Haedo
pablomgonzalez@ciudad.com.ar

RESUMEN

A continuación se expone una experiencia llevada a cabo por alumnos de escuela media en el espacio curricular “Ciencias Naturales”, en la que se registraron los efectos de las aceleraciones de un líquido producidas por el vuelo en un cohete.

1.- INTRODUCCION

Es habitual estar sometidos al campo gravitatorio terrestre con la aceleración de la gravedad constante ($1g = 9,81 \text{ m/s}^2$). En ocasiones, los cambios bruscos en el movimiento de un cuerpo hacen que la resultante de las aceleraciones modifiquen este valor. Los cohetes en vuelo son un ejemplo de esto último, ya que en su desplazamiento varían su aceleración en forma notable, por lo que constituyen plataformas ideales para observar los cambios que provocan en un líquido. [1]

La importancia de estudiar este tipo de fenómenos en particular radica en que en el vuelo de una nave espacial la fuerza predominante no es la de la gravedad, sino la tensión superficial.

Basados en un trabajo presentado en el *V Congreso Argentino de Tecnología Espacial* [2], se realizó este experimento demostrativo consistente en registrar los efectos de un líquido en un recipiente sometido a grandes variaciones de aceleración mediante el uso de una microcámara a bordo de un cohete.

2.- METODOLOGIA

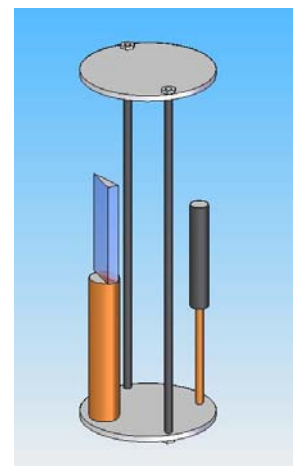
Algunos trabajos previos del autor en el proyecto CANSAT intentaron, con éxito dispar, estudiar estos efectos en cápsulas pequeñas. A partir de la incorporación de nuevos cohetes

por parte de la ACEMA (Asociación Argentina de Cohetería Experimental y Modelista de Argentina), se decidió aumentar el tamaño de la cápsula y mejorar la instrumentación.

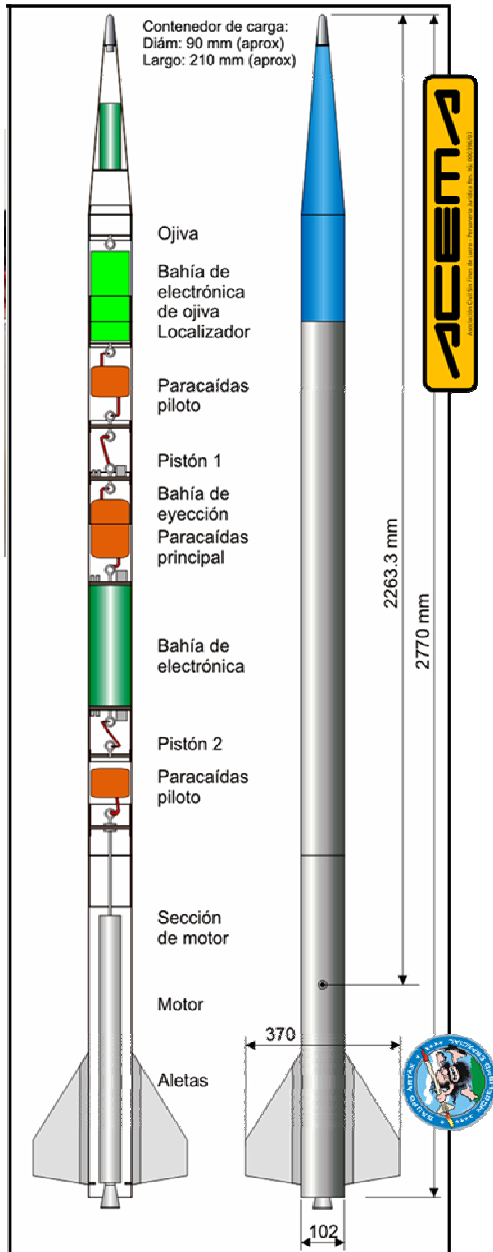
Para tal fin, se construyó una cápsula capaz de albergar el dispositivo, consistente en un recipiente transparente de forma prismática, dentro del cual se introduce un líquido coloreado que se dispone formando un menisco debido a las fuerzas de cohesión, producto de la tensión superficial.

Para el registro se utilizó una microcámara comercial, capaz de filmar en una resolución adecuada y almacenar en memoria EPROM los eventos observados. Como sistema de iluminación se empleó una lámpara LED blanca

La plataforma para el aparato consistió en una cápsula cilíndrica de un tamaño adecuado para introducirla en la bahía de carga del vector y donde se dispusieron y fijaron los instrumentos. Todo el sistema era autónomo.



En cuanto al cohete, este fue provisto por la ACEMA, al igual que los sistemas de lanzamiento, telemetría y auxiliares.



DESARROLLO

El objetivo primario era que todos los pasos experimentales y constructivos fueran

llevados a cabo por alumnos de escuela media (secundaria). Una vez establecida la idea y el diseño, se realizó un Documento Preliminar de Diseño (DPD) para establecer cómo, cuando y donde se realizaría la experiencia. Se formaron dos grupos, pertenecientes a dos instituciones diferentes: la Escuela Técnica ORT, Sede Almagro, y el Instituto San Felipe Neri A-594. El primer grupo se encargaría del dispositivo experimental y el segundo de construir la cápsula contenedora:

El dispositivo: se fabricó un recipiente con dos portaobjetos de 0,5mm de espesor y 30mm x 75 mm., pegados formando un ángulo de 10°. Otro portaobjeto completaba la pared restante y dos láminas plásticas se usaban como tapas. Todo se selló con pegamento siliconado. Se usó como fluido agua pura con azul de metileno como colorante.



El cilindro contenedor constaba de dos placas de MDF de 3 mm de espesor y 90 mm de diámetro, unidas por varillas roscadas de 150 mm y juegos de tuercas y arandelas en cada extremo. En la base se incluyeron los soportes para el dispositivo y la cámara, y solidario a uno de los soportes una

lámpara LED blanca alimentada por una batería CR 2032. Se completaba con una capucha plástica con la identificación del CANSAT.

Los constructores fueron Julián Molina (ORT), Mariano Vanini, Gonzalo Jaquet, Aymar Montanini, Lucas Weidman y Juan Cruz de los Santos (ISFN)

El cohete: fue diseñado y construido por el Grupo ARTAX de ACEMA (Jorge E. Navesnik , Juan ngel Di Giovambattista y Christian J. Peregrino). Sus características fueron:

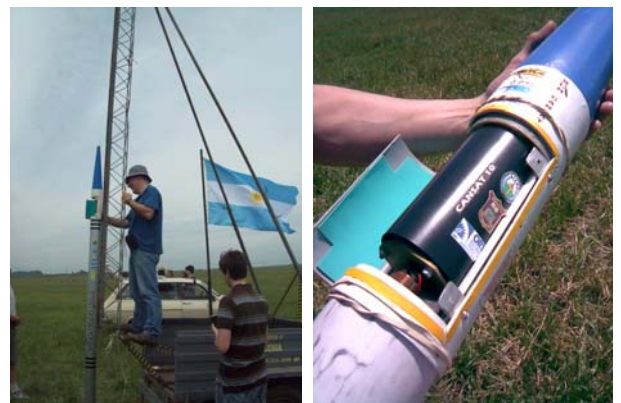
Diámetro:
102 mm
Alto:
2500 mm
Envergadura:
365 mm
Motor:
GA-K-1160
Etapas: 1 (una)
Recuperación:
1 Paracaídas
Piloto
2 Par. Principales

Contaba además con dos computadoras de vuelo ALFA, una para el manejo de eventos y otra para registrar altura y aceleración. Además tenía con un GPS y una radiobaliza (LU7AA-11) para emitir los datos de telemetría.

Cohete
ACONCAGUA en
rampa



La experiencia: En el marco del Programa CANSAT 09, se programó el lanzamiento con el soporte de la ACEMA en la localidad bonaerense de San Vicente, más precisamente en el campo de vuelo Cuartel V. Los sistemas de lanzamiento y logística fueron provistos por Fernando Descalzo y la base de recepción, computadoras y adaptación de la carga útil por Guillermo Descalzo. Fue lanzado la mañana del viernes 13 de noviembre de 2009 a las 11:48. El vuelo, con un apogeo de 1243 m, resultó exitoso, a pesar de haberse desprendido la ojiva con la carga útil, siendo recuperada al día siguiente gracias a los datos aportados por el GPS.



Grupo de estudiantes en el campo de lanzamientos.



RESULTADOS

Pudieron registrarse los sucesos mediante la recuperación del video de la cápsula, en formato AVI. Luego de analizado se lo contrastó con los datos de telemetría y se extrajeron los fotogramas más relevantes, aquellos que coincidían con los eventos más importantes: despegue, MAX Q, MECO, vuelo inercial y apertura del paracaídas.

Se aparearon los tiempos de la computadora con los del video con bastante exactitud, ya que la cámara también registraba el audio y las computadoras emitían periódicamente un “beep” de confirmación.



T - 00:00:01,40
Máximas cargas (MAX Q). Angulo:0°. Valor de la aceleración: 12 g.



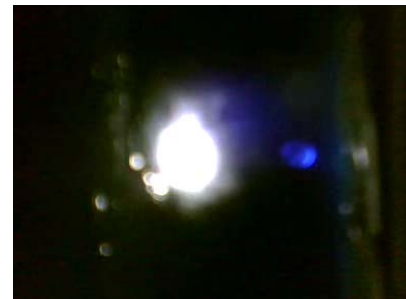
T - 00:08:00
Montaje de la cápsula. Luz ambiente. Nótese el reflejo de la iluminación LED.



T - 00:00:01,55
Apagado del motor (MECO). Angulo:50°. Valor de la aceleración: 0,5 g.



T - 00:00:01
Antes del despegue, el ángulo era de 40°. Valor de la aceleración: 1 g.



T - 00:00:03
Vuelo inercial. Angulo: n/d. Valor de la aceleración: 0,05 g.

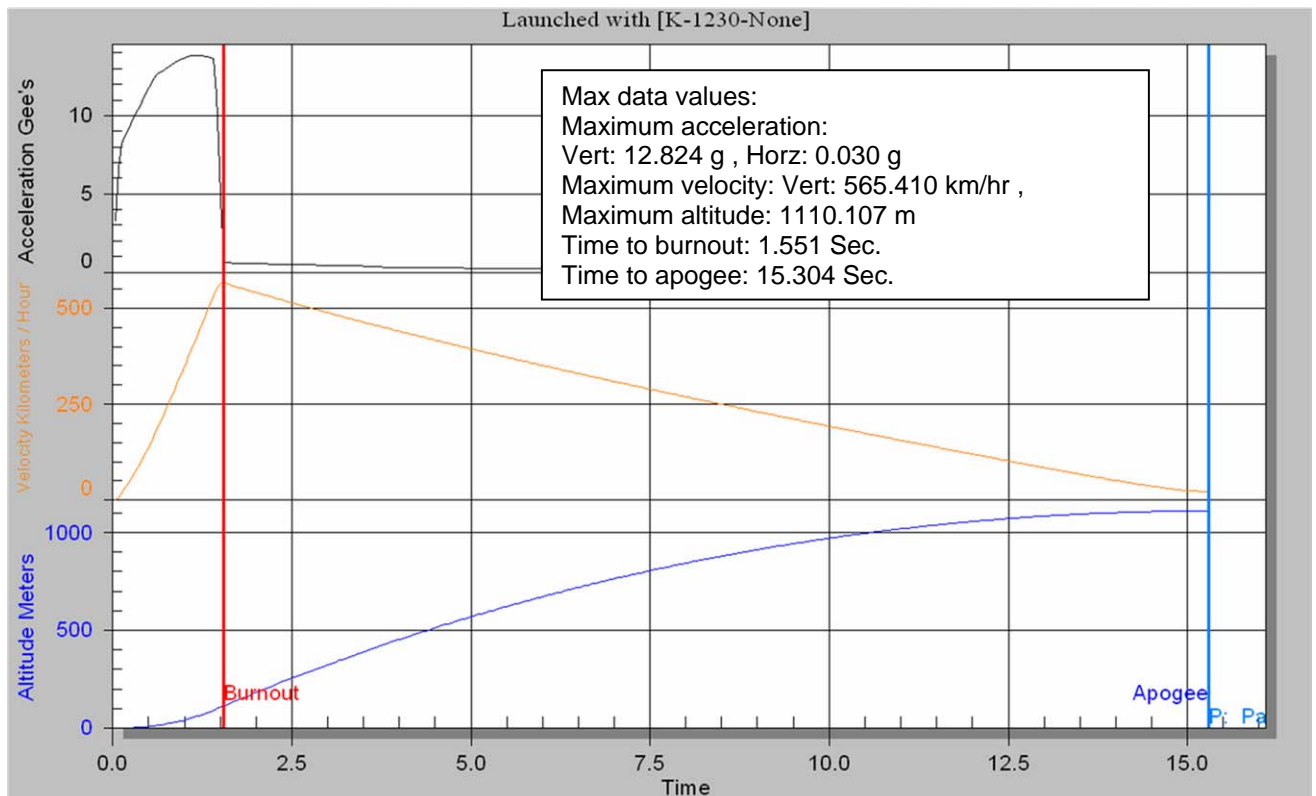


Gráfico de altitud, velocidad y aceleración en función del tiempo, registrado por las computadoras de a bordo.

CONCLUSIONES

Los resultados de la experiencia fueron muy positivos. Los alumnos desarrollaron todo el proceso de diseño, construcción y pruebas en el término de seis meses, con un encuentro para coordinar detalles y otro para efectuar las pruebas. La redacción del DPD sirvió para fijar en forma previa los objetivos científicos y tecnológicos que perseguía la prueba y como guía a la hora de la construcción. La principal dificultad consistió en conseguir una iluminación adecuada y la incertidumbre sobre el funcionamiento de la cámara en las condiciones descriptas.

Se debe destacar que si bien puede parecer muy sencillo el experimento y el registro, la ver-

dadera dificultad radica en contar con un lanzador del diámetro y potencia adecuado y de los sistemas de lanzamiento y logística provistos por la ACEMA, con la cuál el autor tiene una deuda de gratitud.

REFERENCIAS

[1] VOGT, G. et al (1995). **MICROGRAVITY. Teacher Guide with activities for Physical Science.** *Nacional Aeronautics and Space Administration*

[2] VAN BROOCK, Lynn. (2009). **Estrategias didácticas en microgravedad.** *Actas del V Congreso de Tecnología Espacial, Mar del Plata, 2009*