

# Una década elevando globos desde la escuela

La enseñanza de la física a través de un globo estratosférico

Julen Sarasola Manich \*



Me gustaría que esta experiencia interdisciplinar que presento sirviera para abrir, en nuestra revista, una nueva serie de artículos relacionados con la didáctica de las ciencias, en una dimensión más amplia que la que el aula de Astronomía nos podría ofrecer en un principio, de la cual el diseño, construcción, elevación, recuperación y estudio de resultados de un Globo Estratosférico es un primer ejemplo.

\*Julen Sarasola es vocal de Ciencias del Colegio Oficial de Doctores y Licenciados de Euskadi, miembro de la Agrupación Astronómica Vizcaína / Bizkaiko Astronomia Elkarte (AAV-BAE) y de la ApEA (Verano de 2017).

Ya durante ésta última década, otros emprendedores iniciaron dicha experiencia:

METEOTEK08 (Girona, 2008),

<http://teslabs.com/meteotek08/>

CHASAT (Madrid, 2010)

<http://chasat.blogspot.com.es/p/entrada.html>

LIMASAT (Córdoba, 2012),

<http://www.iesipagro.es/node/218>

HAZIAK (Vitoria-Gasteiz, 2013),

<https://www.laotramitad.org/haziak-1/>

TXANTXIKU (Oñati, 2014)

<https://www.laotramitad.org/txantxiku-1/>

Viendo las grandes posibilidades que encierra ésta experiencia singular, en principio reservada solo para los profesionales de la Meteorología, Aeronáutica, Biología y otras Ciencias de la Tierra, un reducido grupo de



profesores y profesoras de ciencias, aficionados a la astronomía y radioaficionados desarrollamos éste nuevo proyecto, de ésta envergadura, que trata de sacar el máximo provecho de una experiencia sin igual que ahondará en el interés y amor por las ciencias

entre nuestra juventud... y por supuesto que para ello teníamos muy claro la imperiosa necesidad de llevarlo al aula.

Empezamos con un curso previo de formación para el profesorado. Y concluyó el 17 de junio de 2017, cuando DANGI (nombre con el que el alumnado de la Ikastola Larramendi de Mungia bautizaron la sonda. Es el lugar desde donde se elevó, aprovechando que el Ibilaldi 2017 de este año se celebraba aquí) se elevó exitosamente sobre el horizonte al encontrar una ventana meteorológica favorable.

El curso fue impartido por Álex Escartín y Karmelo Fernández Amézaga, y resume lo que hay que tener en cuenta.

### Objetivos concretos del curso.

1.- Implementar en las asignaturas de clase que imparta luego el profesorado (informática, matemáticas, tecnología, física, química, ciencias naturales, ciencias de la Tierra y cultura científica) los contenidos aprendidos en el curso de formación (puesta a punto de un globo sonda, su liberación- elevación, recuperación, recogida de datos y su interpretación).

2.- Que el profesorado participante sea capaz de reproducir en clase con su alumnado lo aprendido en el curso.

3.- Observación de la curvatura de la Tierra, y en su caso calcularla. Observación del cielo oscuro.





4.- Conseguir la mayor altura máxima posible de elevación del globo.

5.- Observación, y estudio si fuera posible, de la composición de las capas de la atmósfera terrestre que atraviese el globo. Circulación diferencial de la masa atmosférica terrestre. Medidas en la capa de ozono (U.V.). Incidencia de los Rayos Cósmicos.

6.- Interpretación de los datos (temperatura y humedad, versus altura). La velocidad de elevación y la dilatación del globo. La circulación del aire, etc. Con la inestimable colaboración del profesor Jon Sáenz, del Departamento de Física Aplicada II de la UPV- EHU.



### Contenidos teóricos impartidos en el curso.

1.-Reglamentación a cumplir en el lanzamiento de globos estratosféricos.

2.-Composición de la Atmósfera Terrestre.

3.-Funcionamiento del GPS.

4.-¿Que es la radioafición?

5.-¿Qué es un globo estratosférico ? Tipos.

6.-Componentes:

\*LA SONDA

-GPS, limitaciones de los GPS, limite COCOM

-Sensores meteorológicos ARDUINO

-APRS telemetría

-Las cámaras

\*EL PARACAÍDAS,

\*EL GLOBO, EL HELIO

\*CORDAJE

\*LAS BATERIAS

7.- Simulación de la trayectoria. Ascenso, descenso y punto aproximado de aterrizaje.



### Actividades de elevación y recuperación de la sonda.

1.- Aviso, previo a la liberación, a la Torre de control del aeropuerto de Bilbao BIO (Loiu, Bizkaia) y aviso a la misma una vez recuperada la sonda y dar por finalizada la actividad en el espacio aéreo.

2.- Liberación del globo según la dirección del viento.

3.-Grabaciones en video desde el exterior de la sonda (desde el lugar de liberación, etc.).

4.-Localización y recuperación de la sonda.

### Preguntas básicas para desarrollar un Temario.

¿En qué medio se moverá el globo?

¿Cómo construir un globo estratosférico?

¿Qué reglamentación hay que tener en cuenta? AENA, Telecomunicaciones, manejo de envases a presión.

¿Cómo elevar un globo?



¿Hasta qué altura lo podríamos colocar?

¿Cómo podríamos utilizarlo para hacer mediciones de altura, temperatura, presión atmosférica, humedad relativa, velocidad del viento, composición química, tomar imágenes, topografía, etc...?

Para ello, ¿qué carga útil máxima podríamos poner en el experimento? ¿Qué dimensiones y peso debería de tener el globo?

¿Cómo podríamos construir los citados aparatos de grabación y medición que constituyen dicha carga útil?

¿Cómo localizamos el Globo, hasta que altura funciona el GPS, como transmitimos la información del globo, su posición y datos de los sensores, que opciones hay para transmitir toda esa información?

¿Qué papel puede jugar el tiempo atmosférico y el lugar del lanzamiento? ¿Cómo calcular el lugar de aterrizaje?

¿Cómo tratar científicamente todos los datos que obtengamos?

¿Qué tipo de permisos y cuestiones legales tendríamos que tener en cuenta? ¿Cómo

comunicar a la comunidad escolar y científica nuestros posibles descubrimientos?

### Modelo de proyecto para centros de Enseñanza Secundaria.

#### 1. Definir la misión:

Decidir la carga útil: por ejemplo pruebas de comunicaciones, exposición de semillas al vacío estratosférico y radiación, adquisición de datos meteorológicos, grabación del sol y la luna, de estrellas fugaces, de aviones comerciales y de satélites artificiales, observación astronómica, etc.. Tener en cuenta lo mediático y lo propagandístico.

Definir el sistema de seguimiento (Tracker APRS y/o Traker con móvil y/o SPOT)



Definir cámaras y sistemas; Tipos de cámaras optimizar los consumos y los tiempos de grabación, probar diferentes tecnologías, full HD, 4k, óptica y campos resultantes, control de la condensación.

Diseñar el globo; estimación previa del peso total, selección del globo, selección o confección del paracaídas, selección de la caja para la barquilla que albergará la carga útil (sonda).

#### 2. Lanzamiento. Pasos a seguir:

Repartir roles en el grupo participante.

Establecer el check list.

Pruebas particulares de todos los sistemas implicados, pruebas conjuntas de los sistemas.

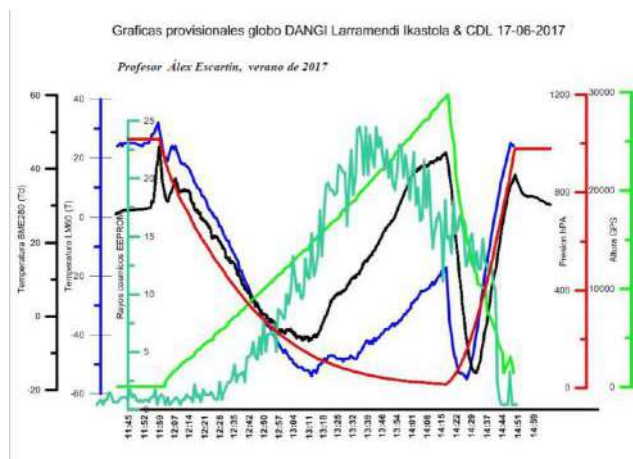
Pruebas de las comunicaciones.



Simulacro de lanzamiento, importante coger tiempos para determinar cuánto tiempo se tarda en armar la sonda antes del lanzamiento.

Pesar todo el conjunto.

Petición de permiso AENA y ENAIRE,



varias semanas antes del lanzamiento previsto (ver <https://www.laotramitad.org/haziak-1/>).

Pedir Helio para fecha de la autorización.

Víspera del lanzamiento: realizar simulaciones, decidir si se lanza o no. Configurar la misión, estudiar varios escenarios de vuelo en función de la climatología y cantidad de gas y velocidad de ascenso descenso, etc.

Día del lanzamiento, montar todas las partes del globo, inflado del globo,... y liberarlo, toma de tiempos (puede que existan equipos que al encenderlos no dispongan de reloj y posteriormente haya que referenciarlos)

Grupo de seguimiento de la trayectoria del globo, estudiar la diferencia con respecto a la simulación, interpretación de los datos en tiempo real y determinación del punto de caída.

Salir a recoger el globo, tener preparados varios vehículos y personas para la búsqueda activa del globo. Preparación de PC, Emisoras, teléfonos móviles, conexión a internet, etc.

Aplicaciones en los temas de clase

1.-El valor constante de la aceleración de la gravedad ( $g$ ) en la atmósfera.

2.-Los colores del cielo: azul, rojo y negro. La difusión Rayleigh y Mie.

3.-La circulación vertical del aire en la atmósfera.

4.-El tamaño de la Tierra.

5.- Cálculos para observación estratosférica del amanecer.

6.-Hidrostática: Globos, aire, gases y agua.

7.-Todo lo que hay tras el estallido de un globo de látex.

8.-El Hélio. Velocidad del sonido en un tubo de helio.

9.-Las leyes de los gases.

10.-Hinchado de un globo en el vacío. Botella de aire en el monte.

11.-El inflado de un globo: variación en el tiempo de hinchado con la presión interior, su radio, etc.

12.-Simulación sobre el destino de los globos



que se les escapan a los niños y a las niñas.

13.-Caida libre de un imán dentro de un tubo vertical de aluminio.

14.-Torsión de una cuerda.

También se propusieron una serie de ejercicios teóricos.

Programas de informática utilizados

1.-LANDING PREDICTOR (CUSF 2.0) CUSF Landing Predictor 2.0

2.-BURST CALCULATOR (¿VHe? para hmax)

3.-PARAMETROS-ROTURA-BATERIAS (link



calculadora simulador globos estratosféricos)

4.-Consulta del permiso para la liberación de un globo.

<http://notaminfo.com/latest?country=Spain>

5.- APPLETS UPV-EHU (Angel Franco):

5.1.-Presión interior en un globo.

[http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/\\_dinamica/fluidos/globo/globo.html](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/_dinamica/fluidos/globo/globo.html)

5.2.-Un globo que se eleva

[http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/\\_dinamica/fluidos/globo/globo1.html](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/_dinamica/fluidos/globo/globo1.html)

5.3.-Descenso de un paracaídas en una atmósfera no uniforme.

[http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/\\_dinamica/fluidos/paracaidista/paracaidista.html](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/_dinamica/fluidos/paracaidista/paracaidista.html)

5.4.-Movimiento de la caída de un imán dentro de un tubo metálico.

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electromagnet/induccin/foucault1/foucault1.htm>

6.- APPLET Intercentres - Leonardo da Vinci: inflado de un globo.

<http://intercentres.edu.gva.es/iesleonardodavinci/Fisica/Cinetico-corpuscular/Globos/Globos.htm>

7.-Localizador de globos.

<http://www.radiocq.com/locator/?Locator>

Posibles cálculos que se pueden realizar

1.-Cálculos con el gas Helio (utilizando  $PV=nRT$ ) en la bombona y en el exterior.

2.- Cálculo del volumen de Helio (VHe) para



conseguir la máxima altura posible (hmax).

3.-Cálculo del tamaño del paracaídas, en función de la velocidad límite de descenso deseada y de la masa que desciende.





## ASTRONOMÍA MATEMÁTICA

### Teoría, problemas y ejercicios resueltos con MATLAB

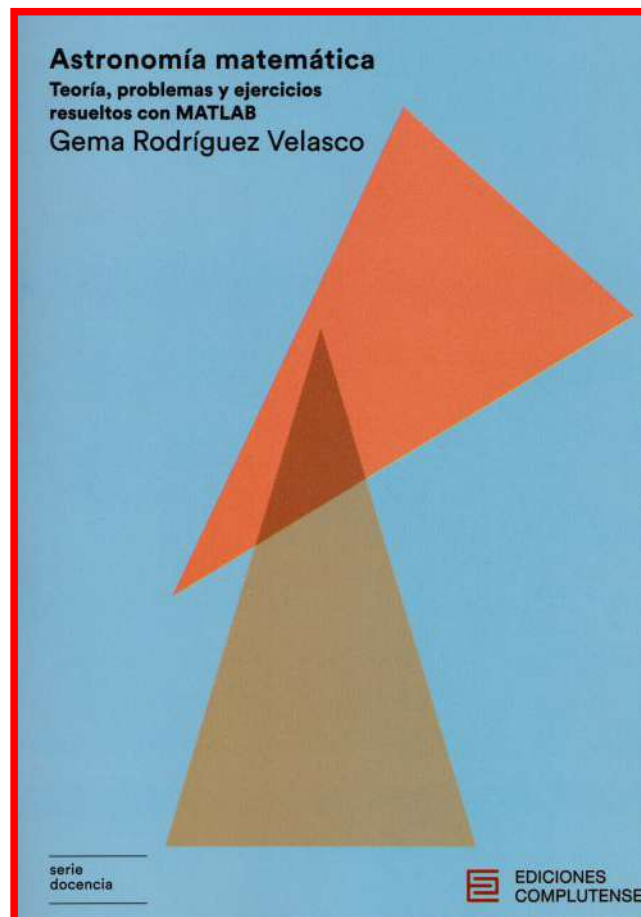
Gema Rodríguez Velasco.

Ediciones Complutense, Madrid 2019, 220 pág.

Este es un libro de Astronomía para un nivel de los primeros cursos de Grado universitario. Trata sobre sistemas de referencia astronómicos locales y universales, el movimiento diurno, los movimientos planetarios, las leyes de Kepler, etc.

Pero lo que le hace distinto a otros libros es la gran cantidad de ejemplos y ejercicios resueltos con Matlab, programa habitual en los estudios de este nivel, que sirven para aplicar la teoría a la práctica. Así resultan fáciles y comprensibles los cambios de coordenadas, el uso de las fórmulas de Bessel, el cálculo de anomalías en los planetas o la determinación del tiempo solar medio.

M.T.



## EXPERIMENTOS PARA TODAS LAS EDADES (4ª Ed.)

Ideas para proyectos

Ricardo Moreno - Luis Cano

Editorial Rialp, Madrid 2018, 172 pág.

Buena colección de casi 150 experimentos de Astronomía, Física, Química, Matemáticas, Biología y Ciencias de la Tierra, todos ellos sin necesidad de ordenador ni teléfono. Están clasificados en tres niveles: elemental, medio y avanzado, por lo que el libro está dirigido a niños y gente joven, pero también será muy inspirador al profesorado de enseñanza Primaria y Secundaria.

Son de destacar los 23 experimentos de Astronomía, y otros muchos más también aplicables a esta ciencia, como el de la Tierra paralela o el del cohete de agua.

M.T.

