PROYECTO SERVET

UNIDAD DIDÁCTICA

EXPLORACIÓN CERCANA AL ESPACIO

Autor:
Enrique Torres Moreno

Colaborador:
Natalia Ayuso Escuer
Francisco Leonardo Ruiz
Luis Manuel Ramos Martínez
María Villarroya Gaudó

Maquetación:
Asun Iguarbe Ortega

Imágenes
Jorge Lizar y otros

Esta Unidad Didáctica se comparte a través de los sitios web:
https://ibercivis.es
https://servet.ibercivis.es/

Revisada en Julio 2023- junio 2024
servet@ibercivis.es

Publicada bajo licencia CC BY-SA 4.0 ES

UNIDAD DIDÁCTICA PROYECTO SERVET

EXPLORACIÓN CERCANA AL ESPACIO

CONTENIDO

Presentación y proyecto Servet 6
¿Qué es un globo sonda? 6
Objetivos educativos del proyecto 7
Propuesta educativa 8
Elementos curriculares adaptados al proyecto 10
El viaje del globo 13
Capas de la atmósfera 15
Experimento: Atmósfera 16
Física del globo 17
Helio o hidrógeno 18
El globo 18
Carga Útil 20
Velocidad de ascenso 20
Experimento: Calculadora 21
Paracaídas 22
Corte de hilo 22
Trayectoria 22
Experimento: Vientos en altura 23
Experimento: Trayectoria 24
Seguimiento y recuperación 26
Experimento: Seguimiento 27
Costes 29
Proyecto científico 32
Experimento Científico 33
Elaboración de la cápsula 33
Material 34
Cordada 35
¿Se puede utilizar cualquier pila? 36
Experimento: Frío 36
¿Qué es un ordenador de vuelo? ¿Por dónde empezar? 37
Experimento: Robustez 37
Radio 38
GPS 38
Cámaras 39
Ciencia ciudadana 41
Seguridad y normativa 45

PRESENTACIÓN
PROYECTO SERVET

PRESENTACIÓN Y PROYECTO SERVET

Servet es un proyecto científico-divulgativo en el que se desarrollan una serie de experimentos cercanos al espacio. Estos experimentos son lanzados mediante globos sonda a la estratosfera y diseñados por la ciudadanía, ya sea en centros escolares, asociaciones o a título individual, siendo ellos los que toman la iniciativa a la hora de plantear y ejecutar su reto científico.

¿QUÉ ES UN GLOBO SONDA?

Un globo sonda o un globo meteorológico es un gran globo de látex inflado de helio del que cuelga diverso equipamiento científico. El globo sube hasta una cierta altura, explota y regresa a tierra frenado por un paracaídas.

Habitualmente, cada globo puede llevar entre una y seis cápsulas, dependiendo del peso. Durante toda la misión se pueden realizar diversos experimentos científicos y opcionalmente recolectar datos que o bien se pueden transmitir en tiempo real o extraídos de la propia cápsulas cuando regresa a tierra siempre y cuando haya sido posible su recuperación.

Para ello, el globo lleva el globo lleva sistemas de seguimiento para poder monitorizar remotamente su vuelo, pudiendo ser datos de interés científico, y localizar su posición una vez finalice la misión y aterrice.

OBJETIVOS EDUCATIVOS DEL PROYECTO

La Unión Europea insiste en el ámbito educativo en que las alumnas y alumnos desarrollen una serie de competencias que les permitan su desarrollo personal, profesional y ciudadano que les faciliten desenvolverse en un mundo globalizado para contribuir al desarrollo social y económico de estos futuros ciudadanos europeos.

Más allá del ámbito europeo, la UNESCO, desde 1996, ha promovido el aprendizaje basado en la adquisición de competencias, que consiste en aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a ser y aprender a convivir.

En este punto, ser competente significa disponer de un conjunto de habilidades prácticas, conocimiento, valores, actitudes, motivación ... para alcanzar objetivos de manera eficaz y práctica. Además el aprendizaje basado en competencias se caracteriza por su transversalidad, donde los conocimientos adquiridos en áreas diversas contribuyen a la formación integral de las personas y a su relación con los demás y el entorno.

Desde el proyecto SERVET se desarrolla la competencia lingüística que es la habilidad para usar el idioma de manera efectiva, transformándolo en una vía privilegiada para acceder al conocimiento y para comunicar este conocimiento, relacionarse con otros...

Este proyecto también contribuye al desarrollo de la competencia matemática, desarrollando habilidades para el conocimiento de los números, conceptos y operaciones matemáticas, representaciones, análisis de gráficos, predicciones a partir de los datos, para lo que es necesario abordar las áreas del álgebra, la geometría y la estadística.

SERVET contribuye al desarrollo de la competencia digital y tecnológica, o lo que es lo mismo, a la interacción con el mundo físico y a la interacción con el entorno desde la búsqueda de soluciones que sean respetuosas y mejoren el cuidado del medio ambiente y contribuyan al progreso y mejora de las condiciones de vida usando para ello las herramientas tecnológicas y digitales, con criterios éticos y responsables.

La competencia aprender a aprender implica el proceso para iniciar los aprendizajes y persistir en ellos a lo largo de la vida, gestionar los tiempos, estructurarse, planificarse, e implicarse tanto individualmente como en grupo.

El trabajo en este proyecto implica adquirir también habilidades sociales, a través del mismo, el alumnado desarrolla las competencias social y ciudadana y puede comprender las relaciones de interdependencia y ecodependencia entre nuestras formas de vida y el entorno, realizando un análisis crítico de la huella ecológica de las acciones humanas, y demostrando un compromiso ético y responsable con los materiales y técnicas usadas en el proyecto, la búsqueda consensuada de soluciones y el trabajo colaborativo y cooperativo para el logro de objetivos.

El espíritu emprendedor se consigue a través del proceso de creación de ideas y soluciones innovadoras y toma decisiones, con sentido crítico y ético, aplicando conocimientos técnicos específicos y estrategias ágiles de planificación y gestión de proyectos, y reflexiona sobre el proceso realizado y el resultado obtenido, para elaborar un prototipo final de valor para los demás.

Este proyecto, por la concepción de las actividades, está pensado para promocionar también la participación de las niñas y adolescentes que por norma general se alejan de las actividades científico tecnológicas. Se ha diseñado para trabajar en equipo, donde las habilidades diversas son importantes. Todos los experimentos tienen cabida, de forma que se fomenta la diversidad y se diluye el afán competitivo (que agobia más a muchas chicas) y por último la presencia de científicas también en el equipo de coordinación hace que estas actúen de modelos próximos. Todas estas acciones están demostrado por diversos estudios especializados que contribuyen a aumentar las vocaciones de las chicas hacia titulaciones con uso intensivo de las matemáticas.

A través del proyecto Servet los participantes realizan todas las fases de un proyecto estratosférico real, desde la elección de los objetivos de la misión hasta el diseño de la sonda, la integración de componentes, la comprobación del sistema, la preparación del lanzamiento y el análisis de los datos obtenidos. A través de todo este proceso, el alumnado:

- Aprende de manera práctica
- Aplica los conocimientos para proponer y desarrollar soluciones innovadoras a los retos que se le plantean
- Se familiariza con la metodología de investigación, que suele utilizarse en las profesiones científicas y técnicas de la vida real
- Adquiere y/o refuerza conocimientos elementales de tecnología, física, química y programación
- Refuerza sus capacidades sociales, comprobando la importancia de la coordinación y el trabajo en equipo
- Potencia su capacidad comunicativa
- Fomenta su espíritu autocrítico, creatividad y su motivación por aprender

PROPUESTA EDUCATIVA

Los proyectos de ciencia ciudadana en el aula involucran activamente a sus estudiantes en actividades científicas que generan nuevo conocimiento y comprensión de la ciencia. Además, asumen un papel fundamental en el proyecto al ser colaboradores directos a través de los valiosos datos que generan.

En Servet los equipos participantes se involucran diseñando el experimento, recopilando datos, describiéndolos y utilizándolos, prestando así un importante servicio a la ciencia. La ciencia ciudadana es al mismo tiempo un objetivo de la ciencia abierta y una forma de llegar a ella, buscando la comprensión de la ciencia a través del acceso a las etapas del proceso de investigación, y poder formar parte de estas etapas.

El objetivo educativo de Servet es despertar y afianzar las vocaciones STEAM por sus siglas en inglés (Science Technology, Arts and Mathematics) entre los alumnos y alumnas participantes, ofreciéndoles un reto atractivo como es el diseño y realización de un proyecto científico en la estratosfera.

A través de las distintas fases del proyecto los participantes podrán adquirir conocimientos sobre física, climatología, geografía, programación y análisis de datos.

Además, podrán adquirir competencias como el trabajo en equipo, la organización de tareas y el trabajo por objetivos.

Por último, los estudiantes descubrirán el papel de la ciencia ciudadana en el desarrollo científico y tecnológico, dentro y fuera del aula.

Previo al inicio del proyecto es necesario investigar y realizar actividades de tipo teórico en torno a la investigación y documentación de los conceptos clave a tratar en la misión principal.

La parte experimental del proyecto se basa en la realización, programación y puesta en marcha de una cápsula la cual facilitará lanzar el experimento a la estratosfera, con el fin de recoger los datos necesarios para posteriormente ser analizados para la confirmación de las hipótesis científicas propuestas.

Las aportaciones de cada uno de los equipos contribuirán a la construcción de una base de datos científica, abierta y colaborativa, que sirva para que todos los equipos implicados puedan continuar con sus investigaciones.

ELEMENTOS CURRICULARES ADAPTADOS AL PROYECTO

Para ejemplificar todo lo expuesto, se relacionan a continuación los distintos elementos curriculares en la etapa de 1º de Bachillerato que se adaptan al Proyecto Servet

Fase del proyecto relacionadas con los saberes básicos	Habilidades y conocimientos desarrollados	Criterios trabajados del currículo de Bachillerato
Elección de la misión, investigación y desarrollo de la idea	• Estrategias de gestión y desarrollo de proyectos: diagramas de Gantt, metodologías Agile. Técnicas de investigación e ideación: Design Thinking. Técnicas de trabajo en equipo. • Expresión gráfica, uso de herramientas de CAD/CAM. • Emprendimiento, resiliencia, perseverancia y creatividad para abordar problemas desde una perspectiva interdisciplinar. • Autoconfianza e iniciativa. Identificación y gestión de emociones. El error y la reevaluación como parte del proceso de aprendizaje.	1. Investigar y diseñar proyectos que muestren de forma gráfica la creación y mejora de un producto, seleccionando, referenciando e interpretando información relacionada. 2. Participar en el desarrollo, gestión y coordinación de proyectos de creación y mejora continua de productos viables y socialmente responsables, identificando mejoras y creando prototipos mediante un proceso iterativo, con actitud crítica, creativa y emprendedora. 3. Colaborar en tareas tecnológicas, escuchando el razonamiento de los demás, aportando al equipo a través del rol asignado y fomentando el bienestar grupal y las relaciones saludables e inclusivas. 4. Elaborar documentación técnica con precisión y rigor, generando diagramas funcionales y utilizando medios manuales y aplicaciones digitales. 5. Comunicar de manera eficaz y organizada las ideas y soluciones tecnológicas, empleando el soporte, la terminología y el rigor apropiados.
Elección de materiales y fabricación del prototipo	• Materiales técnicos y nuevos materiales. Clasificación y criterios de sostenibilidad. Selección y aplicaciones características. • Técnicas de fabricación: Prototipado rápido y bajo demanda. Fabricación digital aplicada a proyectos. • Normas de seguridad e higiene en el trabajo.	1. Determinar el ciclo de vida de un producto, planificando y aplicando medidas de control de calidad en sus distintas etapas, desde el diseño a la comercialización, teniendo en consideración estrategias de mejora continua. 2. Seleccionar los materiales, tradicionales o de nueva generación, adecuados para la fabricación de productos de calidad basándose en sus características técnicas y atendiendo a criterios de sostenibilidad de manera responsable y ética. 3. Fabricar modelos o prototipos empleando las técnicas de fabricación más adecuadas y aplicando los criterios técnicos y de sostenibilidad necesarios.
Desarrollo de los sistemas eléctricos y electrónicos	• Interpretación y representación esquematizada de circuitos, cálculo, montaje y experimentación física o simulada. Aplicación a proyectos.	1. Resolver tareas propuestas y funciones asignadas, mediante el uso y configuración de diferentes herramientas digitales de manera óptima y autónoma. 2. Realizar la presentación de proyectos empleando herramientas digitales adecuadas. 3. Resolver problemas asociados a sistemas e instalaciones eléctricas y electrónicas, aplicando fundamentos de corriente continua y máquinas eléctricas al desarrollo de montajes o simulaciones.
Sistemas informáticos. Programación.	• Fundamentos de la programación textual. Características, elementos y lenguajes. • Proceso de desarrollo: edición, compilación o interpretación, ejecución, pruebas y depuración. Creación de programas para la resolución de problemas. Modularización. • Tecnologías emergentes: internet de las cosas. Aplicación a proyectos. • Protocolos de comunicación de redes de dispositivos.	1. Controlar el funcionamiento de sistemas tecnológicos y robóticos, utilizando lenguajes de programación informática y aplicando las posibilidades que ofrecen las tecnologías emergentes, tales como inteligencia artificial, internet de las cosas, big data... 2. Automatizar, programar y evaluar movimientos de robots, mediante la modelización, la aplicación de algoritmos sencillos y el uso de herramientas informáticas. 3. Conocer y comprender conceptos básicos de programación textual, mostrando el progreso paso a paso de la ejecución de un programa a partir de un estado inicial y prediciendo su estado final tras la ejecución.
Tecnología sostenible	• Consumo energético eficiente, técnicas y criterios de optimización de consumos en los dispositivos diseñados. • Energías renovables para la renovación de las fuentes de energía. • Eficiencia energética. • Sostenibilidad.	1. Evaluar los distintos sistemas de obtención de energía eléctrica, estudiando sus características, calculando sus magnitudes y valorando su eficiencia. 2. Implementar sistemas de obtención de energía a partir de elementos fotovoltaicos.

EL VIAJE DEL GLOBO

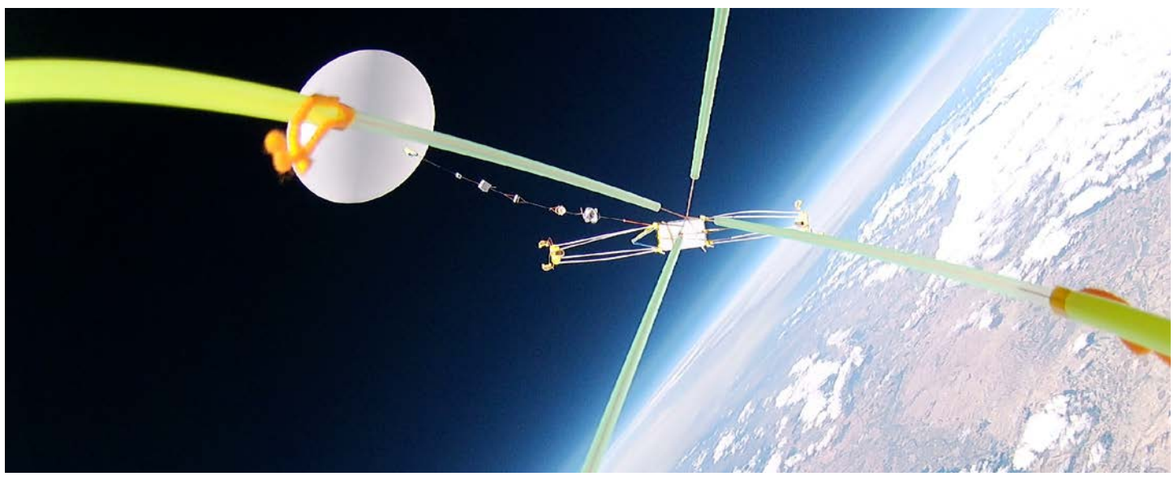
EL VIAJE DEL GLOBO

Los globos sonda o meteorológicos son un tipo de globo de gran altitud (High Altitude Balloon o HAB en inglés) utilizado específicamente para transportar cargas útiles científicas a nuestra atmósfera superior hasta una altura de 40.000 metros. Cada día se sueltan aproximadamente 1600 globos meteorológicos en distintos lugares del mundo. Esto proporciona una "instantánea" de la atmósfera superior de la Tierra. Los pocos lanzamientos realizados por aficionados cada día son sólo una gota de agua en comparación con los lanzamientos realizados por organizaciones meteorológicas de todo el mundo. Los globos también tienen un uso militar como demostró el incidente del globo chino sobre EEUU, en febrero de 2023. Existen páginas web donde se puede seguir el vuelo de diversos globos, como, por ejemplo: https://tracker.sondehub.org/

Uno de los primeros usos documentados de los globos meteorológicos fue el del meteorólogo francés Leon Teisserenc de Bort. Ya en 1896 lanzaba globos meteorológicos. Su trabajo fue decisivo para el descubrimiento de la tropopausa y la estratosfera.

VA, UNITED STATES
02.03.2023
Courtesy Photo
Secretary of the Air Force Public Affairs

Imagen tomada desde el globo sonda del proyecto Servet

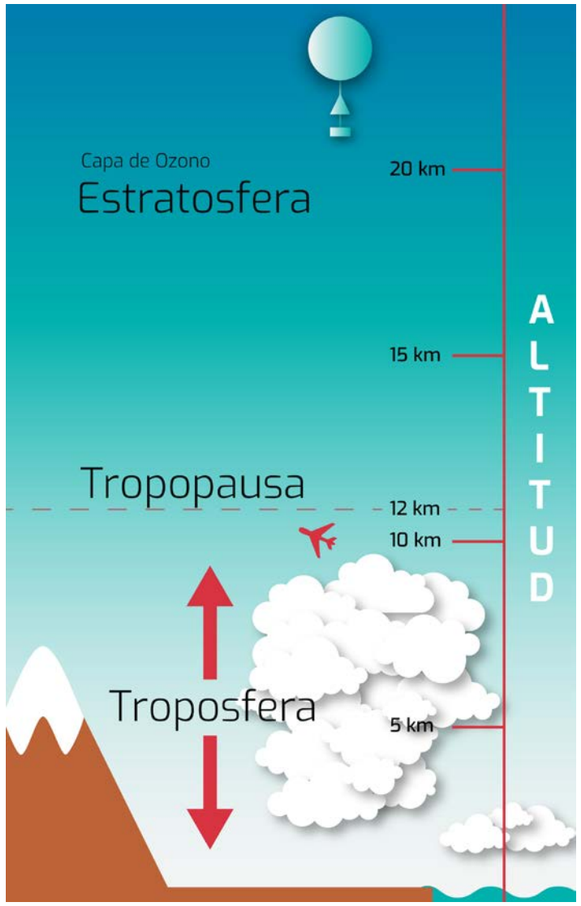


CAPAS DE LA ATMÓSFERA

La atmósfera es la envoltura gaseosa que recubre la tierra, comienza a nivel del suelo y se extiende hasta los 1000 kilómetros de altura. Contiene los gases necesarios para que pueda existir la vida, además absorbe los rayos ultravioletas del sol y regula la oscilación térmica entre el día y la noche.
El comportamiento de la atmósfera no es homogéneo y por ello la dividimos en cinco capas. Nosotros estamos interesados en las dos más cercanas a la tierra, la troposfera y la estratosfera.

La Troposfera es la más baja de todas, en ella se desarrollan los fenómenos meteorológicos, habitamos los humanos y la totalidad de la biodiversidad de la Tierra. Es la utilizada por la aviación. La Estratosfera contiene la ozonosfera, o capa de ozono, que absorbe hasta un 99% de la radiación ultravioleta evitando que llegue a la tierra. La distinción entre ellas se debe al vapor de agua. La troposfera contiene vapor de agua (p.e. en forma de nubes) mientras que en la estratosfera el aire es completamente seco. Esta frontera, denominada tropopausa, no es fija en altura y varía según la latitud, estación del año o si es de día o de noche. En media se sitúa en torno a los 12 000 metros.

Una de las características que representa este límite es que supone una inversión térmica. Es decir, en la troposfera conforme aumenta la altura el gradiente térmico disminuye, por lo que desciende la temperatura. Estos cambios son debidos al calentamiento del aire por la radiación solar y la cercanía de la Tierra, y se ven afectados por otros aspectos meteorológicos como son las corrientes de aire. Dicho de otro modo, la troposfera se calienta desde abajo y disminuye hasta



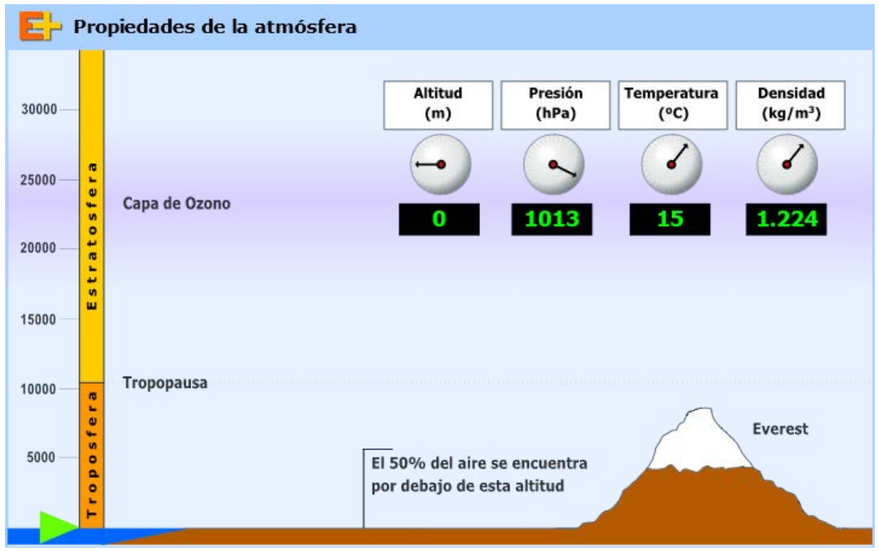
cerca de los -55 °C. En la tropopausa el gradiente térmico se invierte, la temperatura va aumentando en la estratosfera con la altura en vez de ir disminuyendo (las moléculas de la capa de ozono se calientan al absorber los rayos ultravioletas). Esto hace que todos los movimientos de aire verticales se detengan. El gradiente de temperatura de incremento de la inversión térmica es de 0,2 grados por cada 100 metros. La estratosfera tiene como límite superior la estratopausa a unos 50 000 metros, donde está el punto de inflexión de nuevo de la temperatura (en torno a 0° C). En la mesosfera la temperatura vuelve a bajar.

Conforme aumenta la altitud la densidad del aire disminuye (el aire se hace más ligero). La razón primera es que, la gravedad es menor cuanto más lejos se esté del centro de la tierra y la segunda es que a mayor altitud, hay menos aire empujando al resto hacia abajo

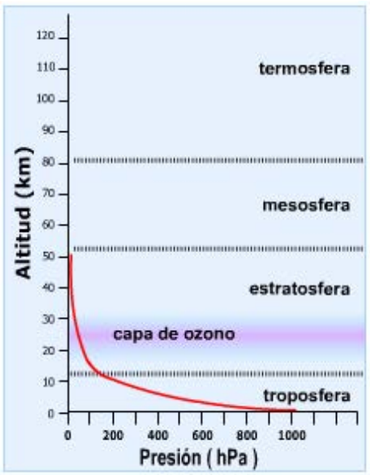
EXPERIMENTO: ATMÓSFERA

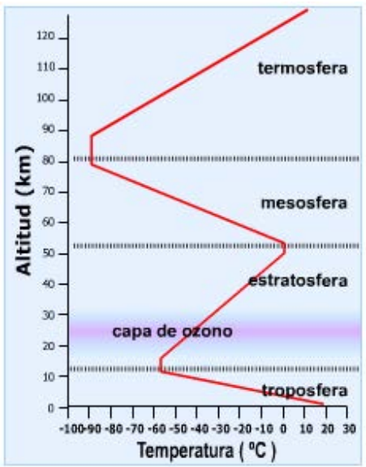
Es importante entender las capas de la atmósfera que atraviesa el globo para entender las condiciones a las que se someterá el experimento.

En la página web de educaplus.org se puede observar interactivamente como varían presión, temperatura y densidad respecto a la altura. Moviendo el puntero verde de la izquierda desde el nivel tierra hacia arriba o abajo podremos ver como van cambiando. De esa forma podremos observar como la presión disminuye conforme subimos, mientras la temperatura primero baja y luego vuelve a subir.



También se encuentran estas dos gráficas que muestran de forma resumida estas variaciones.





La página educaplus.org contiene muchísima más información y muy bien explicada que puede resultar interesante para el proyecto.

FÍSICA DEL GLOBO

Los globos sonda son instrumentos utilizados para recopilar datos atmosféricos o realizar experimentos en la estratosfera.
Estos globos son llenados con gas helio, que es más ligero que el aire circundante. La idea clave detrás de su funcionamiento es la diferencia de densidad entre el helio y el aire. La densidad es una medida de cuánta masa hay en un volumen determinado. El aire que nos rodea tiene una densidad mayor que el helio, por lo que el globo se eleva debido a la fuerza ascendente generada por la diferencia de densidades (denominada flotabilidad siguiendo el principio de Arquímedes). A medida que el globo se eleva, la presión atmosférica disminuye y, por lo tanto, el aire se expande. A medida que el aire se expande, el globo, aun teniendo la misma cantidad de helio, aumenta su volumen.

Llegado a una altura determinada, entorno a los 35.000 metros, el globo explota por el aumento de volumen. A partir de este momento, los experimentos inician su descenso a tierra. Al disponer de un paracaídas, éste se verá frenado. El tiempo de vuelo es el tiempo de subida más el tiempo de bajada de los experimentos y vendrá determinado fundamentalmente por el tipo de globo, el volumen de helio y la carga que transporte. La trayectoria y la distancia recorrida por el globo dependerán fundamentalmente del tiempo de vuelo, de las condiciones meteorológicas y de los vientos a distintas alturas.

A la derecha se puede observar el globo visto desde abajo nada mas ser soltado y justo al explotar. Se puede observar por un lado el cambio de color del cielo y por el otro el cambio en tamaño. En la secuencia final se observa como el globo se rompe en mil pedazos por el aumento de volumen.

HELIO O HIDRÓGENO

Para conseguir un globo flotante se necesita un gas lo más ligero posible. El helio es bastante más ligero que el aire: su densidad es aproximadamente un octavo de la del aire (1’29 kg/m³ el aire contra 0’18 kg/m³ el helio). El hidrógeno tiene una densidad catorce veces menor que la del aire (0’09 kg/m³). Se podría pensar que el hidrógeno es mejor porque es más ligero, y es cierto. El problema es que el hidrógeno es inflamable y tiene implicaciones para la salud y la seguridad (es altamente explosivo), mientras que el helio es un gas noble.

Por otra parte, aunque el hidrógeno pesa la mitad que el helio, no proporciona el doble de sustentación, ya que ésta viene determinada por la diferencia de densidad con respecto al aire. Así que, en realidad es un poco mejor, pero no mucho, por lo que no merece la pena el peligro.

El helio es bastante caro porque es un recurso limitado aquí en el planeta. Se crea por decaimiento radiactivo de ciertos elementos presentes en rocas y minerales. El helio suele encontrarse en los pozos petrolíferos, a menudo atrapado en la parte superior junto al gas natural. La cantidad de helio a la que podemos acceder de forma barata es muy limitada porque no todos nuestros pozos de petróleo lo tienen.

Para saber más...

EL GLOBO

Existen varios tipos de globo y proveedores entre los que puede elegir en función de su ubicación y objetivo. Por lo general, serán globos meteorológicos atmosféricos de látex, como los que utiliza la agencia estatal de meteorología (AEMET). Dos de los principales fabricantes para aficionados son Kaymont y Hwoyee

El látex es una sustancia natural que se encuentra en muchas plantas. Las plantas utilizan el látex como defensa contra los insectos herbívoros. Este líquido similar a la leche puede extraerse de los árboles del mismo modo que el sirope de arce. Una vez extraído el látex de forma natural, se hace girar en un molde con la forma del globo y se cura. A continuación, se infla cada globo y se inspecciona para detectar fugas y defectos antes de enviarlo a distribuidores y clientes.

El globo de látex es muy elástico permitiendo la expansión del globo al subir. Un globo que en tierra puede tener unos 2-3 metros de diámetro puede llegar a los 10 metros antes de explotar.

Los globos son muy finos y sensibles, hay que tener extremo cuidado al manejarlos, especialmente durante el inflado, evitando tocarlos con las manos sin guantes de latex o vinilo y pinzarlos con relojes o cremalleras. Inflar el globo con helio se debe hacer con cuidado de no dañarlo y es un proceso que tarda entre 15 y 30 minutos. Es conveniente hinchar el globo en un sitio amplio y sin viento.

Los tamaños de los globos se miden por la masa del globo en gramos. El tamaño del globo a utilizar dependerá de lo pesada que sea su carga útil y de la altura a la que quiera viajar.

Cada modelo de globo tiene unas propiedades distintas respecto a su peso y su volumen máximo antes de explotar (indicado habitualmente en la hoja de especificaciones del fabricante). En Servet estamos utilizando los modelos Hwoyee 1600gr con un diámetro máximo estimado de 10 metros al explotar y que suele hacerlo a una altura media de 36.000 m.

CARGA ÚTIL

Denominamos carga útil o *payload* a los distintos elementos que debe elevar el globo, en concreto el paracaídas, deflectores de radar, cápsulas de seguimiento y control, y las cápsulas con los experimentos a realizar. El peso total a levantar por el globo es uno de los factores más críticos a considerar.

La normativa clasifica como globo ligero los "globos con una carga útil de uno o más bultos de una masa combinada de menos de 4 kg".

Si tenemos en cuenta que la densidad aproximada del aire es 1,3 kg/m³, y la densidad del Helio es de 0,18 kg/m³, haciendo la resta llegamos a la conclusión de que un globo relleno de 1 litro de helio puede elevar alrededor de 1 gramo.

A mayor peso, más helio habrá que poner en el globo para que suba. A mayor cantidad de helio mayor volumen en tierra antes de subir y mayor volumen arriba por lo que explotará antes.

VELOCIDAD DE ASCENSO

Jugando con la cantidad de helio se puede controlar en cierto modo la altura máxima del vuelo y la velocidad de subida. De nuevo, cuanto más helio pongamos más rápido subirá. Si la velocidad de ascenso es mayor, el vuelo será más corto, el globo estallará más bajo y habrá más turbulencias en la estela de la carga útil. Si la velocidad de ascenso es más lenta, el vuelo será más largo, la altitud mayor y las turbulencias en la estela menores. Si es demasiado lenta, es posible que el globo no estalle nunca (y eso es un problema).

Existen varias calculadoras en línea que ayudan a seleccionar el modelo y tamaño del globo o la cantidad de helio a poner. La mayoría preguntan por la velocidad de ascenso prevista o deseada. Como punto de partida, la velocidad de ascenso debería rondar los 5 m/s, pero cualquier velocidad entre 4 m/s y 6 m/s es aceptable.

- HABHUB Calculator
- High Altitude Science Calculator

En ocasiones se puede determinar la altura máxima deseada. Con uno, o lo otro, se calcula los litros de helio a poner y el empuje que debe tener el globo para elevar la carga útil a esa velocidad hasta su altura máxima (todo ello aproximado). Al hinchar el globo verás que la organización utiliza una báscula de maletas o de pesca para ir comprobando el tiro del globo hasta alcanzar el empuje planificado.

EXPERIMENTO: CALCULADORA

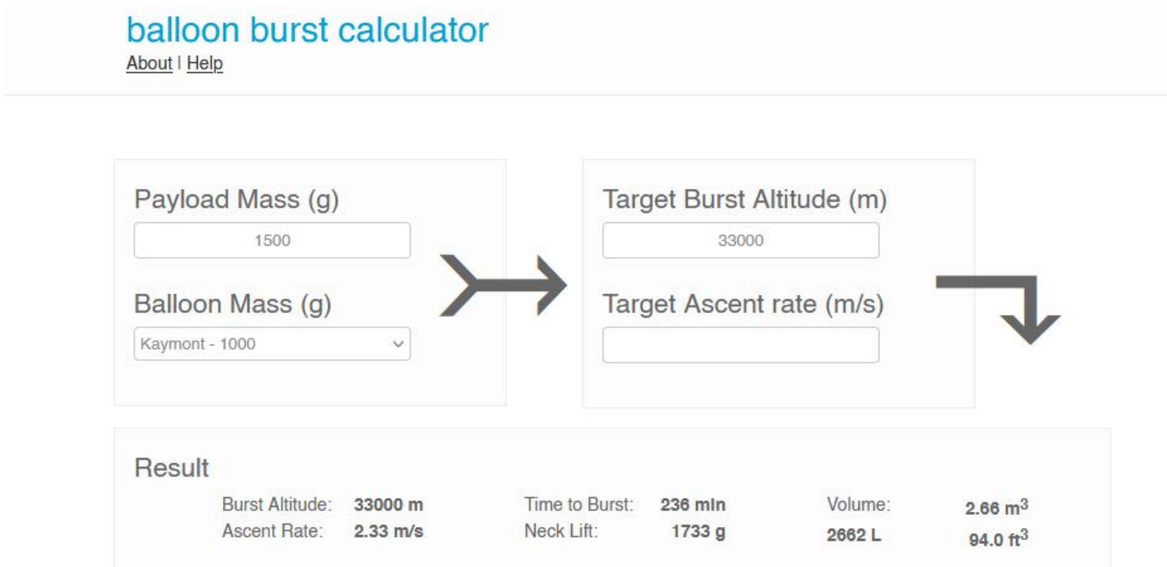
Utilizando la calculadora de https://sondehub.org/calc/ podemos hacernos una idea de las variables con las que estamos jugando. Por un lado podemos elegir el globo deseado y la carga a subir (paracaídas y el total de los experimentos). Con estos datos podemos calcular el resto de parámetros o bien eligiendo la altura a la que queremos que explote o la velocidad a la que queramos ascender. Si desplegamos las opciones avanzadas nos muestra otros datos de interés como son el gas a utilizar, densidades o volumen máximo del globo elegido.

Es interesante jugar con las métricas, en especial estamos más acostumbrados a km/h, las velocidades del globo las estamos midiendo en m/s. Podría ser interesante jugar con la conversión.

El experimento más simple es elegir un determinado globo, por ejemplo el Hwoyee de 1 600 g (con un volumen máximo de 10,5 m³), determinar un peso de la carga (p.e. 2 400 g). Con ello ir viendo las métricas a distintas velocidades de ascenso. Podemos ver como a velocidades muy bajas de ascenso (4 m/s) la calculadora nos avisa de que se podría quedar flotando sin llegar a explotar. Con 4,8 m/s llegamos a cerca de 37 000 m, o con 8 m/s nos quedamos a 33 000. Es interesante ver cómo para cada una de estas velocidades cambia no solo la altura y la duración del vuelo (Time to Burst) sino el volumen de helio en tierra a meter en el globo y el tiro del cuello del globo con esa cantidad de gas.

El siguiente paso es repetir el experimento pero esta vez cambiando la altura deseada. Para completar se puede jugar cambiando el peso y el tipo de globo.

Como nos permite cambiar el tipo de gas, se puede estudiar el comportamiento con distintos gases viendo su densidad y cómo cambian los resultados de usar helio o hidrógeno por ejemplo.



PARACAÍDAS

En la mayoría de los proyectos el globo se elevará, estallará y caerá. El paracaídas de la carga útil es lo que la frenará para un aterrizaje suave y seguro, por lo que es importante pensar en cómo se sujetará el paracaídas y su tamaño.

Hay que tener cuidado de que las cuerdas no se enreden en ningún momento. Usamos lo que se llama un paracaídas en línea, en el que la carga útil se sujeta a la parte inferior y el globo se sujeta a un lazo especial en la parte superior de la campana. Estos tipos de paracaídas suelen estar especializados sólo para globos meteorológicos o también se pueden encontrar en los proveedores de modelos de cohetes.

El tamaño del paracaídas (junto al peso de la carga) determinan la velocidad de descenso (aterrizaje). Una velocidad segura son unos 5 m/s. Esta velocidad asegura que la carga útil aterrice lo suficientemente suave como para no causar daños, pero también lo suficientemente rápido como para que no vaya a la deriva a favor del viento para siempre.

Tras explotar el globo hay un momento de caos. Por un lado, algunas de las cápsulas pueden seguir subiendo por inercia. Por otro lado, el aire apenas tiene densidad por lo que el paracaídas no consigue sustentación y no frena. Por ello hasta que el paracaídas no comienza a hincharse toda la carga cae de forma caótica. Los choques entre cápsulas pueden ser violentos o incluso enredarse unas con otras o seccionar partes al enredarse las cuerdas.

CORTE DE HILO

Si el globo no estallara se quedaría en el aire mucho tiempo, iría bajando poco a poco y podría ser un peligro. Por ello se suelen incluir dispositivos que permiten acabar con la misión pinchando el globo o cortando el hilo que une el globo con el resto.

TRAYECTORIA

La trayectoria del globo va a depender de los vientos que se encuentre a diferentes alturas de la atmósfera. La dirección y velocidad de estos vientos junto al tiempo que permanezca sometido a ellos marcarán su trayectoria. Recordemos que el tiempo depende de la velocidad de subida, de la altura alcanzada y de la velocidad de bajada.

Los vientos en altura pueden ser muy distintos a los de superficie. Es conveniente mirar las predicciones meteorológicas y realizar simulaciones para poder “predecir” la trayectoria. Existen webs como Ventusky que nos permiten visualizar los vientos en diferentes capas extraídos de modelos matemáticos y observaciones meteorológicas (satélites y globos :-).

EXPERIMENTO: VIENTOS EN ALTURA

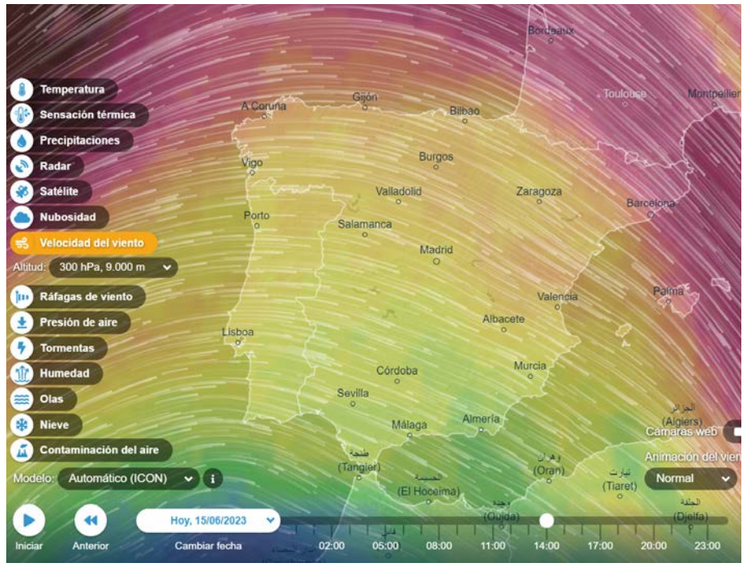
Ventusky es una herramienta web meteorológica que dispone de la opción de visualizar los vientos a distintas capas de altura a distintas horas y días. Recoge los datos de varios modelos de predicción, entre ellos el modelo NOAA GFS utilizado por las herramientas de predicción de trayectoria del globo o modelos europeos como ICON (el que usa por defecto para visualizar Europa).

Como se observa en la siguiente captura, a la izquierda de la pantalla podemos visualizar distintas cosas, entre ellas “Velocidad del viento” con un desplegable que nos deja elegir a qué altura, por ejemplo en la captura a 300hPa y 9000 metros. A la derecha tenemos la escala de vientos en colores (en este caso de 0 a 140km/h). El viento se representa en el mapa con los colores y además según la potencia de cálculo el ordenador con una animación sobre el mapa. Abajo a la izquierda tenemos el modelo de predicción utilizado y el rango de día y hora. Dispone de la posibilidad de mostrar animado la evolución con el paso del tiempo.

En servet se emplea para ver cómo evoluciona el viento, decidir hora de lanzamiento y sobre todo para ver si la atmósfera está muy inestable o si los modelos de predicción conforme se acerca la fecha de lanzamiento convergen.

Un experimento interesante a realizar es poder comprobar cómo cambian los vientos en dirección y velocidad a distintas alturas y como evolucionan entre el día y la noche y durante unos cuantos días. Otro experimento interesante es ver cómo evoluciona la predicción para un determinado día conforme nos acercamos a esa fecha. Por ejemplo, mirar la predicción con 7 días de antelación a una determinada fecha y ver cuánto cambia la predicción conforme nos acercamos a esa fecha (esta opción es interesante cuando se prevé cambios bruscos).

Ventusky da mucho más juego para ver otros fenómenos, por ejemplo permite ver la temperatura también a distintas alturas, o la nubosidad con la altura entre otros.



Antes de poner en marcha su vuelo, siempre debe realizar predicciones previas al vuelo para hacerse una idea de adónde se dirigirá. Hay muchas calculadoras en línea que ayudarán a hacerlo. La mayoría le permitirán realizar sus predicciones de vuelo a partir de 7 días antes de la fecha de lanzamiento. Esto ayuda a decidir si es seguro o no lanzar el globo y/o si necesita cambiar el lugar de lanzamiento o ajustar el tamaño o la velocidad de ascenso del globo para evitar peligros y facilitar la recuperación.

La herramienta de predicción de vuelo en línea más popular es la Cambridge University Spaceflight (CUSF) Landing Predictor mantenida hoy por Sondehub. En nuestra experiencia, esta herramienta de predicción ha sido muy precisa y por lo general da una estimación de aterrizaje que está dentro de aproximadamente 10 kilómetros del lugar de aterrizaje real. Aunque es raro, no es inusual que la predicción se desvíe más, por lo que hay que tener cuidado al planificar el vuelo. Se suelen hacer varias predicciones con distintos parámetros para poder identificar una tendencia. Esto nos da una idea de dónde podría aterrizar la carga útil si el vuelo termina antes o después de lo esperado.

La mayoría de las herramientas de predicción de vuelos utilizan los modelos meteorológicos del Global Forecast System (GFS) para proporcionar sus predicciones. Estas herramientas se actualizan cada seis horas con nuevos datos meteorológicos, por lo que puede ejecutar múltiples predicciones actualizadas a medida que se acerca el día y hora de lanzamiento.

EXPERIMENTO: TRAYECTORIA

Ya hemos visto la dinámica del globo y hemos realizado múltiples cálculos de velocidad de ascenso, altura máxima, volumen de helio y duración hasta que explota al alcanzar el volumen máximo. También hemos visualizado los vientos a diferentes alturas. Ahora mezclaremos ambas para predecir la trayectoria del globo.

En Sondehub podemos simular vuelos de globos. Los parámetros básicos son: lugar de lanzamiento (latitud, longitud y altura que se pueden seleccionar con el mapa), día y hora en UTC, velocidad de subida (dispone de su propia calculadora) y velocidad de bajada frenada por el paracaídas al llegar a tierra, por ejemplo, 6 m/s. Con todo ello el sistema hace una predicción calculando a qué vientos es sometido al subir y bajar, y durante cuánto tiempo. Con ello nos muestra una posible trayectoria mostrando donde explota y donde cae.

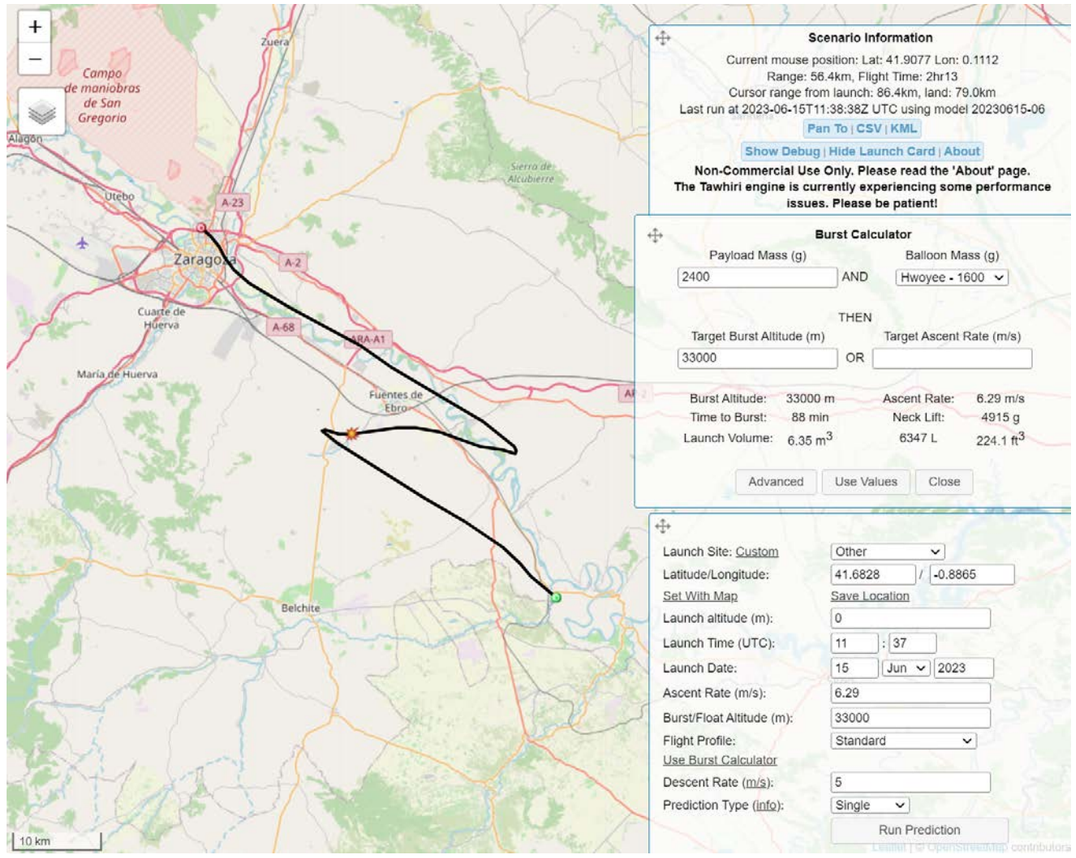
Podemos realizar diversas simulaciones cambiando parámetros del globo tal y como hicimos con la calculadora, jugar con el lugar, día y hora de lanzamiento.

En primer lugar elegir donde lanzar con “Set With Map” para elegir el punto en el mapa desde donde lanzar. Marcar fecha y hora deseada (recordar esta en UTC, se puede consultar en Internet la hora UTC de un determinado lugar según su huso horario y aprovechar para explicar su necesidad. La velocidad de bajada se puede “intuir” de lanzamientos previos, o si sabemos los parámetros del paracaídas y/o es comercial, es posible calcularla, por ejemplo en la web de venta de material para lanzamientos RandomEngeniering tenemos una calculadora al final de la página. Una velocidad deseable

es 5 m/s. Respecto a la de subida, podemos utilizar los cálculos que ya realizamos o usar la calculadora de la que dispone abriendo la opción “Use Burst Calculator”.

Es interesante realizar simulaciones de las que hicimos con la calculadora previamente. Por ejemplo, ver qué pasa con un globo Hwoyee 1600. Si jugamos con la velocidad/altura podremos observar como cambia el tiempo de vuelo, y según los vientos en altura ver donde explotaría y donde caería. Es importante observar cómo la tendencia al subir es la misma que al bajar, al fin y al cabo se somete a los mismos vientos, aunque según la velocidad de ascenso y descenso la distancia recorrida en cada dirección es distinta. Es importante ver el mapa en modo “mapa” y en modo satélite (capas a elegir a la izquierda) y ver las pintas que tiene el lugar de aterrizaje observando si son campos de cultivo con caminos cerca o otra zona inaccesible.

También podemos simular que ocurre a distintas horas de forma automática eligiendo que la simulación en vez de ser “Single” sea por hora, cada 3 horas, etc. Con ello nos dará una nube de puntos de caída. Puede ser interesante hacer este barrido para elegir la hora de lanzamiento o ver la inestabilidad de la atmósfera.



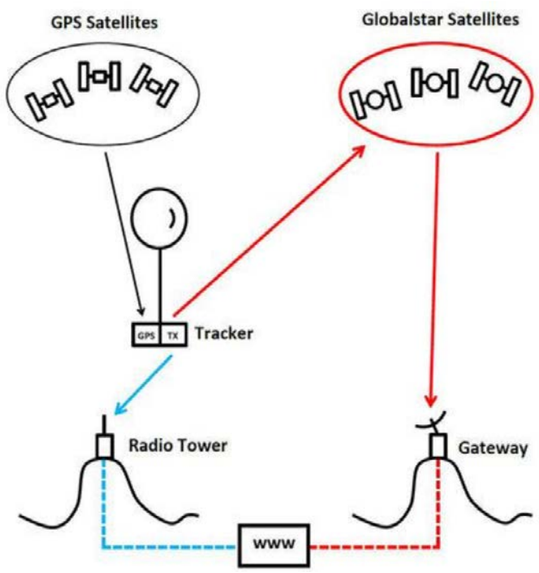
La planificación del lanzamiento para poder desarrollarlo con seguridad y alta probabilidad de éxito requiere atender a diversos factores y realizar muchas simulaciones. Fijada la fecha, elegir el lugar de lanzamiento no es fácil. Aunque las simulaciones tienen errores (se realizan con un modelo en maya de vientos basado en predicciones meteorológicas,...), podemos decir que la tendencia real del vuelo del globo se acerca mucho a la predicha y que el globo acaba, normalmente, a pocos kilómetros de ese punto.

SEGUIMIENTO Y RECUPERACIÓN

En algunos casos el globo se lanza sabiendo que se va a perder, pero la mayoría de los vuelos tienen como objetivo recuperar toda su carga útil. Normalmente, esto se hace para obtener datos de a bordo, fotos, vídeos o simplemente para reutilizar equipamiento de nuevo en otro vuelo. Para ello, es necesario contar con algún tipo de sistema de seguimiento a bordo que permita seguir el vuelo y encontrar el lugar de aterrizaje una vez finalizada la misión. La mayoría de las veces, se perderá el contacto visual con el globo al cabo de pocos minutos, por lo que se necesita contar con algo que pueda registrar y transmitir la posición del globo sonda durante todo el vuelo.

La organización de Servet utiliza varios sistemas de posicionamiento globales para poder seguir el vuelo del globo y poder recuperarlo (esa información junto a otros datos de telemetría básica como son temperatura exterior y presión atmosférica serán compartidos con los participantes). En vuelo, la recepción del sistema de satélites suele ser muy buena y existen módulos que permiten recibir y fijar posición usando alguno de los diversos sistemas de posicionamiento (GPS, GLONASS, Galileo y BeiDou). El problema suele ser fijar y recibir posición al aterrizar por la existencia de zonas de sombra o fundamentalmente porque las comunicaciones con servidores web se hayan interrumpido.

Para solucionar este importante problema, disponemos de un sistema con comunicación por satélite (SPOT TRACE), un Sistema Automático de Información de Posición (APRS) en 144Mhz (necesita licencia de radioaficionado) y otro sistema de posicionamiento adicional accesible a través de The Things Network (TTN). Los tres sistemas determinan la posición y la transmiten. Gracias a disponer de tres sistemas nos permite tener redundancia por si falla alguno y además tener mayor precisión en vuelo y cobertura una vez en tierra. APRS y TTN están soportados por voluntarios que crean puertas de acceso (gateways) entre la señal de radio y servicios en internet para recoger la información. APRS emite en una banda para la que hace falta licencia de radioaficionado, TTN usa un rango de frecuencias abierto. Cuando el globo está en altura el globo ve muchos gateways, sin embargo una vez que llega a tierra es muy probable que la señal de radio no llegue a ninguno El equipo de búsqueda del globo lleva uno de APRS y otro de TTN en el coche para acabar de localizarlo). En el caso del SPOT, la comunicación se realiza enviando la señal a una constelación de satélites sin problemas de cobertura una vez en tierra.



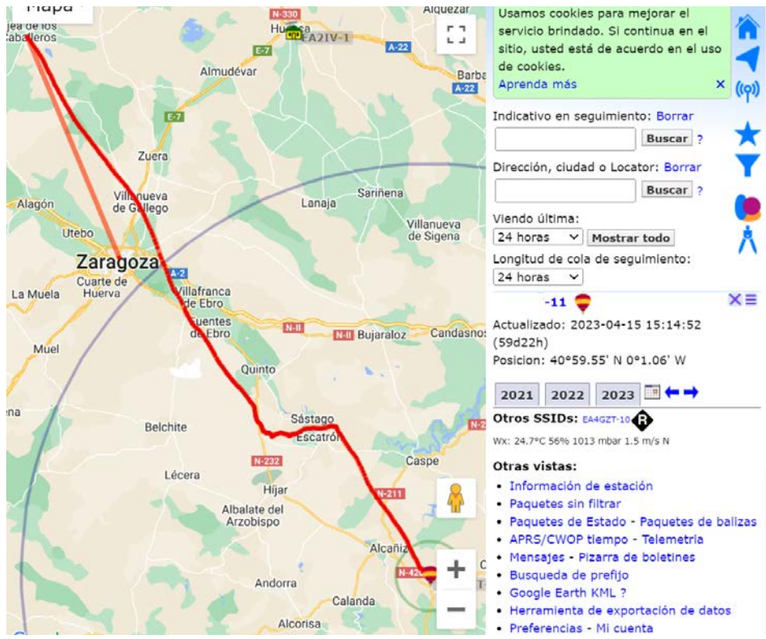
Si hay suerte el paracaídas deposita la carga en tierra de forma segura, en un lugar accesible con buena cobertura de radio y se recuperarán todos los experimentos. Los cálculos y simulaciones precisamente tienen ese propósito.

Pero siempre pueden suceder imprevistos u otras circunstancias que cambien sustancialmente la duración del vuelo (un poro en el látex del globo que deje escapar el helio) o la trayectoria; pueden fallar las predicciones, el viento cambiar repentinamente de forma local, algo de lluvia que moje el viento. O simplemente puede caer al agua o a un tejado inaccesible o a un recinto privado al que no se pueda acceder.

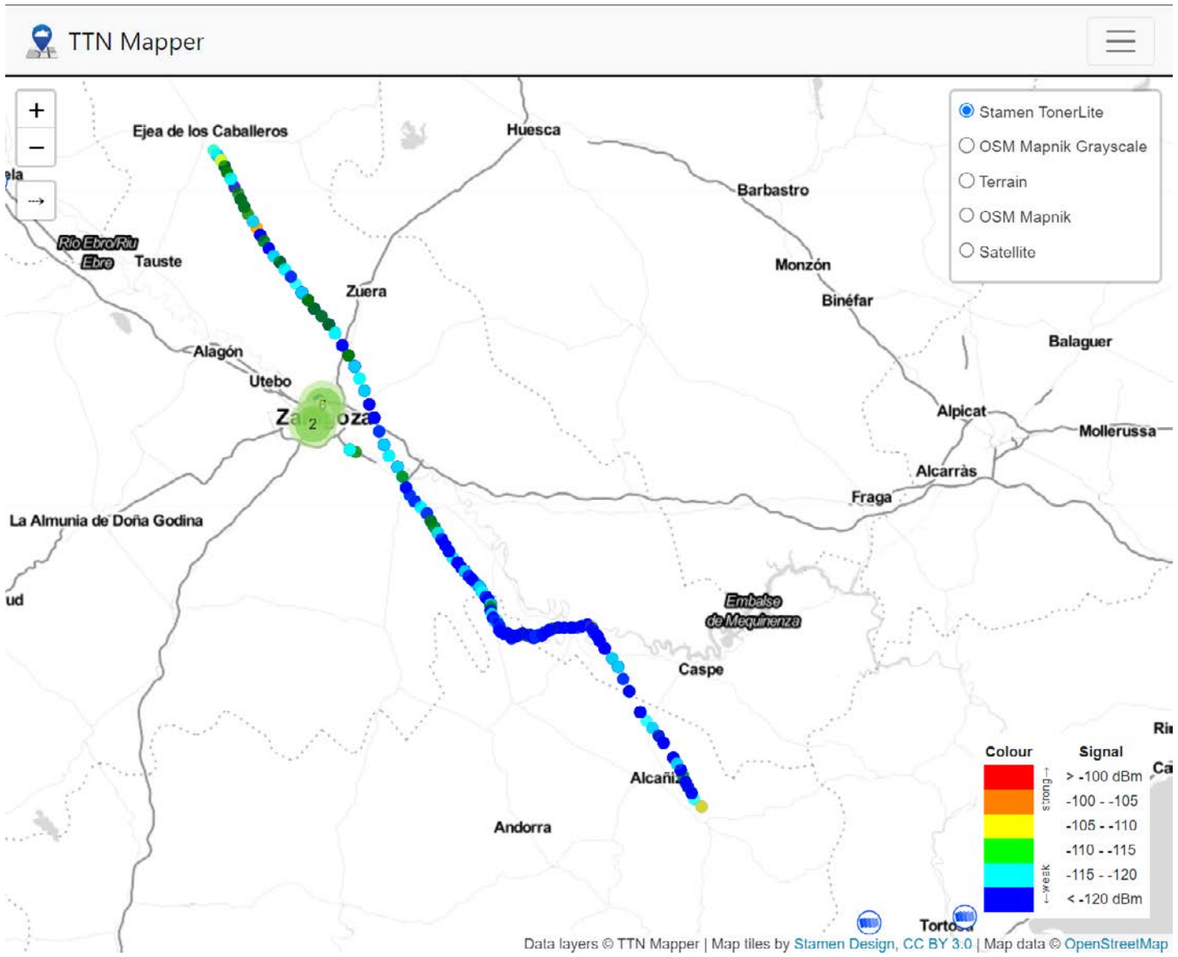
Por todo ello, siempre hay que considerar que el globo y toda su carga se pueden perder.

EXPERIMENTO: SEGUIMIENTO

Durante el lanzamiento se puede seguir la trayectoria del globo gracias a servicios abiertos en la nube. En concreto en aprs.fi se puede observar la posición y trayectoria de los dispositivos con APRS. Si entramos en el mapa podremos ver coches, helicópteros y otros elementos. Es posible ver y seguir un dispositivo concreto si conocemos su identificador de radioaficionado. Los globos suelen acabar en 11.



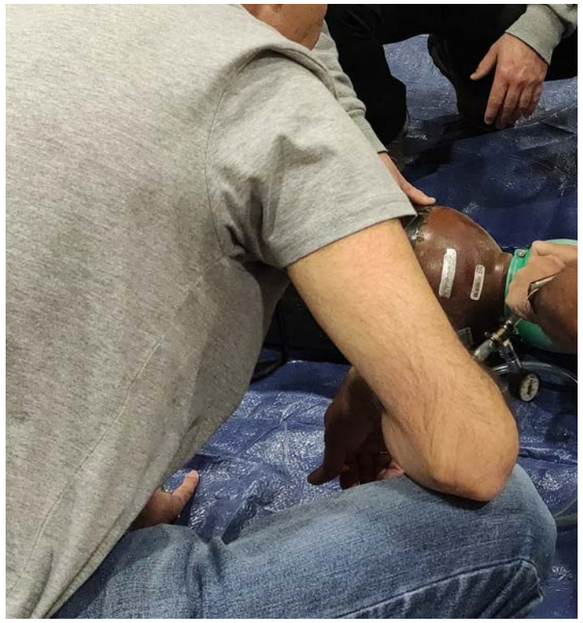
En TTN existen otras herramientas. Por ejemplo ttnmapper.org nos permite ver la cobertura de la red TTN y en el caso del globo observar la trayectoria y poder saber los gateways que nos han ido captando la señal. Esta web es un buen punto de partida para saber si en vuestra zona hay o no cobertura de TTN. Podéis buscar si existe un punto de acceso a la red cercano. Es posible que ttnmapper no esté actualizado y que aparezca que tenemos cobertura y no sea así o que muestre que no tenemos pero realmente sí que la tengamos. Es interesante ver las zonas de España o incluso del mundo con cobertura.

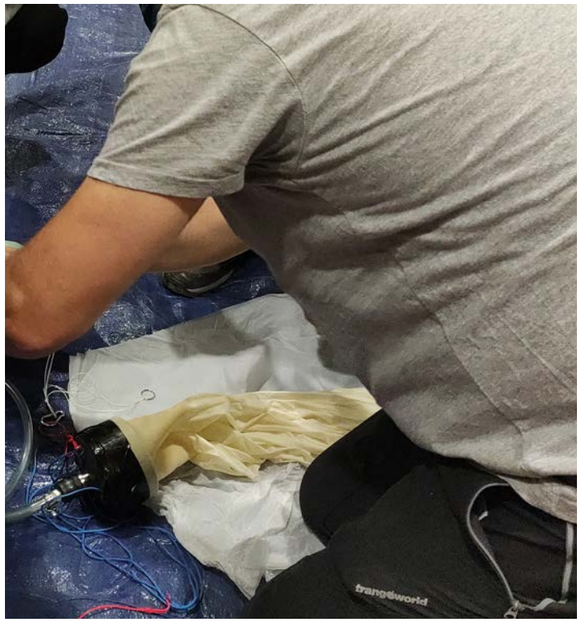


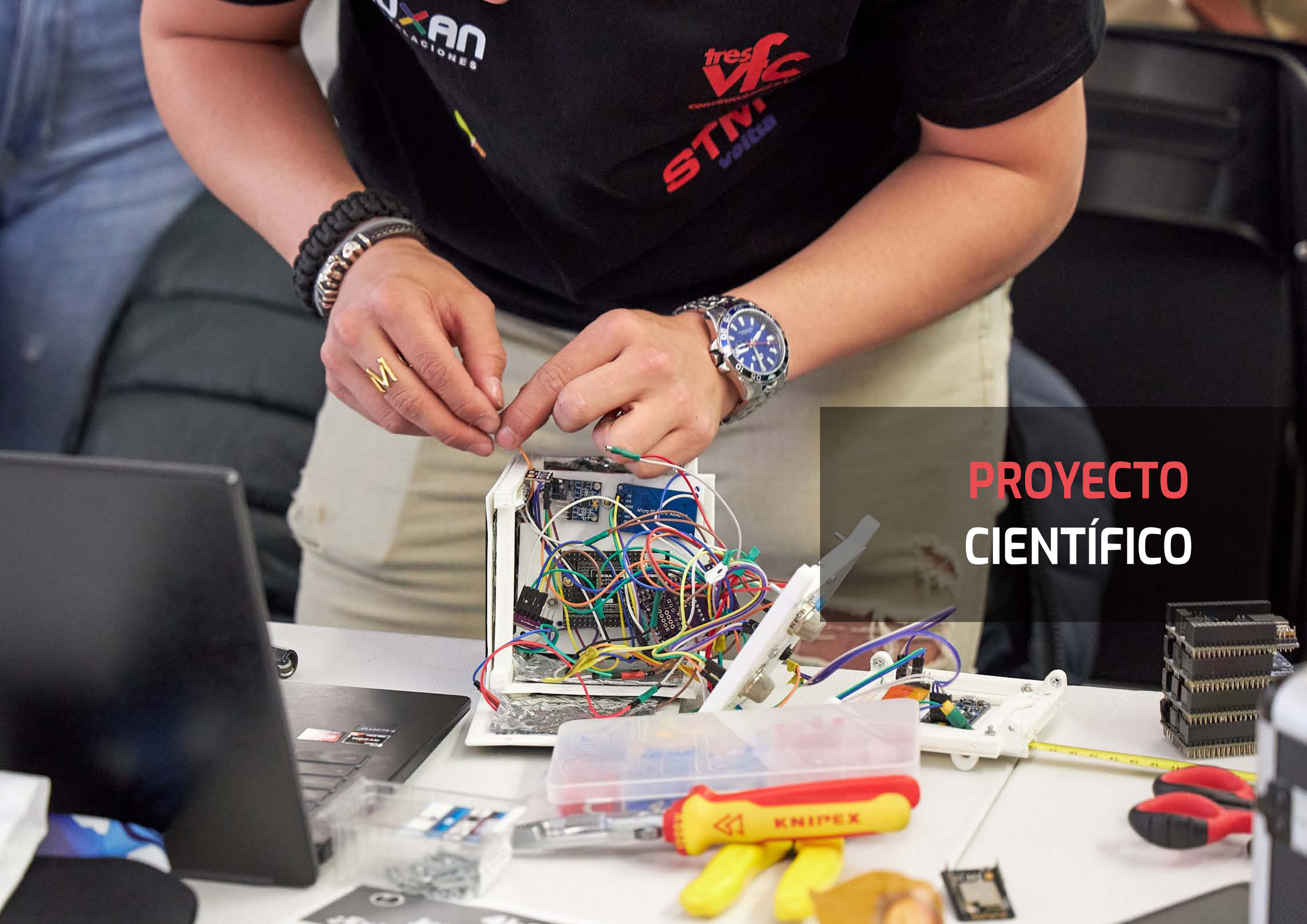
COSTES

Lanzar un globo no es precisamente barato. Los costes principales son el helio, el seguro y el globo. Las cantidades varían según el globo, pero en nuestro caso suelen ser aproximadamente 400 € de helio y 150 € del globo. El seguro tiende a estar alrededor de los 500 €. A todo esto hay que añadir el valor añadido de todo el trabajo y conocimiento de los voluntarios que ayudan tanto en el lanzamiento como en el seguimiento y recuperación del globo.

Servet busca optimizar los costes reuniendo el lanzamiento de múltiples experimentos en un único evento. La sobrecarga de paracaídas, deflector de radar y sistemas de seguimiento es prácticamente lo mismo si se lanza uno o 5 experimentos. Por ello, también se ahorra en conjunto al no tener que añadir este peso en cada uno de los lanzamientos sueltos.







PROYECTO CIENTÍFICO

PROYECTO CIENTÍFICO

Un proyecto científico es una oportunidad emocionante para que los estudiantes se conviertan en científicos y realicen investigaciones por sí mismos. En este tipo de proyecto, los estudiantes seleccionan un tema de interés, plantean una pregunta investigable y diseñan experimentos o investigaciones para encontrar respuestas. El objetivo principal es aplicar el método científico, un enfoque sistemático y estructurado para obtener conocimiento científico.

El proceso de un proyecto científico generalmente involucra los siguientes pasos:

- Identificación del problema o pregunta de investigación: los estudiantes seleccionan un tema que les interese y formulan una pregunta investigable relacionada con dicho tema. Por ejemplo, podrían preguntarse "¿Cómo afecta la radiación solar al crecimiento de levaduras?".
- Revisión bibliográfica y planificación: los estudiantes investigan sobre el tema, consultan fuentes confiables y realizan una revisión bibliográfica para comprender lo que se sabe hasta el momento. Luego, planifican su investigación, definiendo los materiales, el diseño experimental y los procedimientos que utilizarán.
- Recolección de datos: los estudiantes llevan a cabo su experimento o investigación siguiendo su planificación. Recolectan datos relevantes y registran cuidadosamente sus observaciones y resultados.
- Análisis de datos: una vez que se han recopilado los datos, los estudiantes los analizan utilizando métodos estadísticos u otras herramientas apropiadas. Evalúan los resultados y buscan patrones, relaciones o tendencias en los datos.
- Conclusiones y comunicación de resultados: los estudiantes analizan los resultados obtenidos y elaboran conclusiones basadas en la evidencia recolectada. Luego, comunican sus hallazgos de manera clara y precisa, utilizando informes escritos, presentaciones orales o incluso exhibiciones visuales.

Es importante destacar que un proyecto científico fomenta el pensamiento crítico, la creatividad, la resolución de problemas y el trabajo en equipo. También promueve el desarrollo de habilidades como la planificación, el análisis de datos y la comunicación científica.

En resumen, un proyecto científico es una oportunidad para que los estudiantes se conviertan en investigadores y apliquen el método científico para explorar y resolver problemas. Les brinda una experiencia práctica y enriquecedora, estimulando su curiosidad y su pasión por la ciencia. Además, se anima a los estudiantes a buscar patrocinadores, de manera que también tienen que transmitir el valor de su proyecto a los "potenciales inversores".

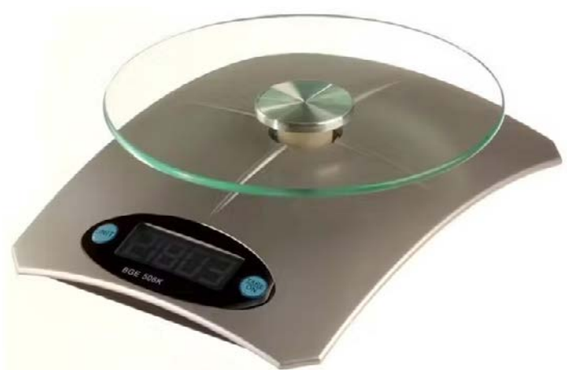
EXPERIMENTO CIENTÍFICO

Una vez tengáis vuestro proyecto científico y las hipótesis que queráis validar deberéis diseñar cuidadosamente el experimento a realizar durante el vuelo del globo.
Para ello deberéis tener en consideración las condiciones en las que se desarrollará el lanzamiento, vuelo, aterrizaje y recogida que ya hemos ido relatando y las indicaciones sobre la construcción de la cápsula que os damos a continuación.

ELABORACIÓN DE LA CÁPSULA

Tras definir el proyecto científico toca validar las hipótesis mediante el experimento estratosférico. En esta sección vamos a diseñar la cápsula que portará y realizará el experimento.

Lo primero a tener en cuenta de la cápsula es el peso. Contra más pese la cápsula más helio se necesitará para elevarla. Incrementar el volumen de helio limita el tiempo de vuelo y la altura alcanzable. Es conveniente ir pesando con una báscula de cocina o un dinamómetro. Los elementos más pesados suelen ser las baterías y las cámaras de vídeo. La organización pesará todos los componentes para conocer el peso total a levantar y de esa forma poder planificar adecuadamente el vuelo.



Lo segundo a considerar es la seguridad. Por supuesto no se pueden subir elementos peligrosos (p.e. explosivos) ni seres vivos (consultar qué se entiende por ser vivo). También debemos considerar que del globo cuelgan otros elementos como son cápsulas de otros equipos, deflector de radar, paracaídas, etc. Es importante hacer caso a las recomendaciones de como atar la cápsula al resto de la cordada para tener un vuelo y un aterrizaje seguro. El volumen no es un problema, pero sí que debe tener una cierta rigidez para facilitar la manipulación al despegar, soportar los vientos, el caos al explotar y el aterrizaje.

Y lo tercero a tener en cuenta es que no siempre es posible recuperar las cápsulas. Esto debe ser siempre contemplado tanto desde el punto de vista económico como medioambiental. Etiqueta la cápsula, en el exterior y en el interior, si es posible ambas preparadas para aguantar la intemperie (incluso meses o años). Si el globo se pierde y alguien lo encuentra es bueno que sepa que es un experimento científico no peligroso y a quien puede avisar para recogerlo. En la cápsula debéis colocar lo necesario para realizar el experimento y para registrar o transmitir las variables necesarias para saber las condiciones en las que se ha desarrollado el experimento (p.e. temperatura, presión, etc). Los datos adquiridos se pueden almacenar en un sistema de memoria en la propia cápsula o ser transmitidas por radio.

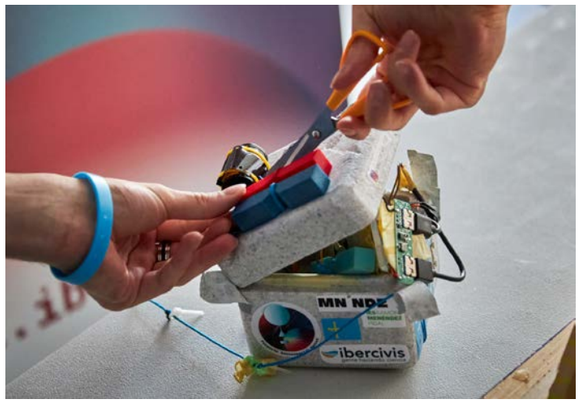
MATERIAL

Se pueden utilizar diversos materiales para construir la cápsula. Los factores a considerar son peso, robustez y aislamiento térmico.

Como ya vimos el peso a levantar marca el volumen de helio necesario para elevar el globo y por tanto la limitación en tiempo de vuelo y altura máxima a conseguir. A la hora de elegir los materiales a utilizar hay que planificar nuestro presupuesto en peso.

Desde el punto de vista de la robustez, los momentos más críticos son al soltar el globo, el caos al explotar y al aterrizar. Una vez hinchado el globo se debe atar la cordada con toda la carga al mismo e ir soltandolo para que suba todo antes de soltarlo. Esta operación no es fácil y más con viento en tierra. Se van subiendo cápsula a cápsula, por lo que hay que tener cuidado con lo que sobresalga.

Normalmente se quiere testar las hipótesis en las condiciones ambientales de la estratosfera. La cápsula estará sometida a muy bajas temperaturas durante mucho tiempo, en algunos casos por debajo de -40 °C. Elementos que no sean parte de las hipótesis pero que se necesiten para registrarlo deberán ir protegidos del frío (y de otras inclemencias si es posible). Por ello esa parte es conveniente aislarla, por ejemplo con corcho blanco (porexpan, poliestireno, o similares). En algunos casos donde hay equipos delicados incluso se llega a calefactar el interior de la cápsula para mantener la temperatura. En la siguiente foto se puede observar un ejemplo:



Se pueden conseguir planchas de aislante en cualquier bricolaje. Se puede cortar con un cúter o cuchillo afilado aunque es mucho mejor cortarlo con hilo caliente (Nichrome). La caja no tiene que ser muy perfecta ni hermética, pero debe aislar. Podéis comprobar el nivel de efectividad metiendo la cápsula en un congelador y viendo como cambia la temperatura. Un buen elemento para cerrarla es la cinta aislante metálica, pega bien al corcho, sella y además sirve de reflector de radar (tener cuidado al posicionar todas las antenas que haya en la cápsula para evitar que los elementos metálicos puedan afectar a su eficiencia. En principio, deberán alejarse de cualquier elemento metálico y se debería comprobar que el funcionamiento no se deteriora con el montaje definitivo)

Lecciones aprendidas: Si la cápsula o alguno de sus elementos es "demasiado" hermético es posible que explote ya que al subir la presión atmosférica baja casi hasta cero.

CORDADA

Los distintos elementos de la carga del globo van atados unos a otros. La cordada debe ser lo suficientemente fuerte y sin puntos de fallo para que en los momentos más críticos (lanzamiento y caos) la cuerda no llegue a romperse y se divida la carga haciendo que experimentos caigan a tierra antes de tiempo o sin paracaídas.

Es conveniente que la cápsula tenga un punto de amarre encima y otro abajo para ser encadenadas unas cápsulas a otras. Es importante que las cuerdas que unen esos dos puntos tengan continuidad y no se puedan romper. Para ello se puede pasar una cuerda por el centro de la cápsula o poner dos, tres o más cuerdas por el exterior. Una longitud adecuada de cuerda es de algo menos de un metro para no tener cordadas demasiado largas.

La cuerda es conveniente que aguante unos 220 Newtons (22 kilos). Un cordino de 1 ó 2 milímetros puede ser más que suficiente.

Es importante que las cuerdas no impidan el acceso al interior de la cápsula para poder manipularla.

Previo al lanzamiento conviene revisar las cuerdas y los nudos.

Lecciones aprendidas: Al construir la cápsula se pueden colocar unos tubos (por ejemplo con pajitas de lasa de beber) por las que pasar posteriormente las cuerdas.

¿SE PUEDE UTILIZAR CUALQUIER PILA?

El voltaje suministrado por las pilas depende de la temperatura y la mayoría de las pilas, por ejemplo las alcalinas, tienen dificultades para suministrar energía cuando la temperatura desciende por debajo de 0 °C. Sin embargo, las pilas y baterías de litio son mucho más resistentes. En muchos casos las baterías o pilas deben ser aisladas del frío convenientemente e incluso disponer de algún medio para poder calentarlas y que su temperatura no baje demasiado.

Esto es aplicable tanto a las baterías de ordenadores de vuelo como de cámaras de grabación y otros instrumentos electrónicos.

Lecciones aprendidas: Las cámaras y otros elementos producen calor. Este calor se puede aprovechar para calentar las baterías.

El vuelo puede durar más de dos horas. Es conveniente poder mantener el experimento apagado mientras se prepara el lanzamiento hasta el último momento y asegurar que aún sometido a bajas temperaturas las baterías y el resto de componentes trabajan adecuadamente durante al menos ese tiempo. También es conveniente disponer de un sistema de encendido accesible y una forma de visualizar el encendido y correcto funcionamiento sin tener que estar abriendo la cápsula.

EXPERIMENTO: FRÍO

Un experimento interesante a realizar consiste en introducir en un congelador a temperaturas bajas (-18°C o menos) y comprobar cómo se comportan las baterías y ver las diferencias respecto a temperatura ambiente.

¿QUÉ ES UN ORDENADOR DE VUELO? ¿POR DÓNDE EMPEZAR?

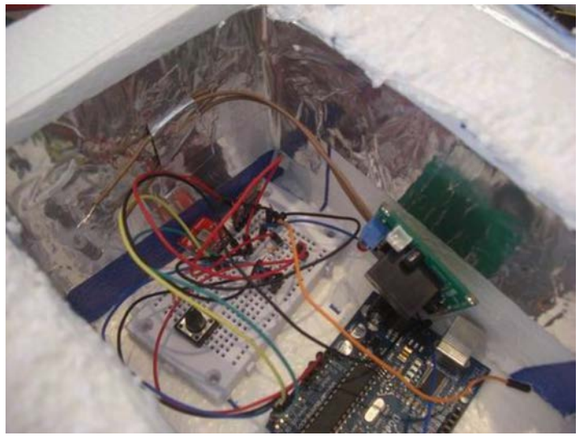
Un ordenador de vuelo permite conocer las condiciones en las que se desarrolla el experimento. En muchos casos recoge información de sensores y los almacena o los transmite por radio a una estación terrestre.

Un ordenador de vuelo consiste básicamente en una placa con un microcontrolador, sensores (GPS, temperatura, presión, etc) radio y/o sistema de almacenamiento y baterías.

Los microprocesadores pueden considerarse chips programables que actúan como simples ordenadores. Varían en complejidad, facilidad de uso y coste. La mejor manera de empezar con un microprocesador es conseguir algún tipo de placa de desarrollo como un Arduino ya que el entorno es abierto y existe una gran comunidad de “fanáticos” detrás.

La electrónica no es tan sensible a la temperatura como las baterías, pero sí que es posible que nos salgamos del rango recomendado. Se deben estudiar las hojas de características y en su defecto aislar el ordenador de vuelo convenientemente. Dependiendo de las condiciones de vuelo también es posible que aparezca condensación de agua (principalmente durante el descenso).
Muchos experimentos fallan por no tener un diseño lo suficientemente robusto. La cápsula se mueve, recibe golpes y sufre turbulencias. Se debe atender y cuidar el uso de conectores seguros, cables bien aislados y convenientemente aislados eléctricamente, baterías aseguradas en sus porta-pilas (tienen tendencia a soltarse), etc.

La siguiente imagen muestra un ejemplo real de lo que no hay que hacer.



EXPERIMENTO: ROBUSTEZ

Es conveniente probar la cápsula y comprobar su robustez en previsión de golpes al despegar o aterrizar. Por ejemplo, lanzándola al suelo desde un primer o segundo piso. Los golpes entre cápsulas en el caos tras la explosión son más difíciles de comprobar.

RADIO

Dependiendo del experimento puede ser necesario o interesante transmitir datos desde la cápsula a tierra durante el vuelo. Esto permite saber si el experimento se está realizando correctamente o incluso recopilar la información del mismo, aunque no se pueda posteriormente recuperar la cápsula. En otros casos incluso puede ser conveniente poder enviar comandos hacia la cápsula para cambiar las condiciones del experimento o actuar sobre él.

En muchos casos es suficiente con almacenar los datos para su posterior análisis cuando es necesario para completar el experimento el recuperar la cápsula.

El espectro radioeléctrico está regulado y sujeto a diversas normativas. Es necesario disponer de los permisos y licencias necesarios o usar una banda de uso libre. Siempre atendiendo a las limitaciones de la normativa de cada región (frecuencias y banda, potencia de transmisión, etc).

Para recoger los datos podemos disponer de nuestra propia estación de tierra. En ocasiones esto obliga a seguir desde tierra al globo para poder recibir durante todo el experimento. Otra opción más interesante es utilizar infraestructura de recepción ya disponible en tierra o bien privadas de compañías de telecomunicaciones o bien comunitarias (p.e. APRS). La red de comunicaciones móviles celulares (GSM, 4G, 5G, etc.) no deberían ser utilizada para comunicaciones desde el globo (en algunos países como EEUU está directamente prohibido).

Atendiendo a estas opciones creemos conveniente el uso de la red abierta comunitaria de The Things Network / Stacks, conocida comúnmente como TTN. Existen diversas placas de desarrollo de bajo coste disponibles en el mercado con posibilidad de comunicación por TTN y programables bajo Arduino.

THE THINGS STACK

GPS

En caso de utilizar tu propio sistema de posicionamiento debes de considerar que los dispositivos de GPS para uso civil suelen tener limitadas algunas de sus propiedades, en concreto para su uso en globos nos afecta la limitación de la altura máxima a la que da posición (menor de 18.000 metros). Es posible encontrar sistemas que permiten superar esta barrera.

Lecciones aprendidas: No se debería utilizar un teléfono móvil como sistema de seguimiento. No es muy legal y la cobertura no es adecuada.

CÁMARAS

Aunque no lleguemos realmente al espacio nos acercaremos bastante y las imágenes desde allí arriba son impresionantes. En otros casos puede ser interesante grabar con una cámara el experimento.

Una de las primeras cosas que tendrás que decidir es qué tipo de cámara vas a utilizar. ¿Quieres hacer fotos o vídeos? ¿Cuál es tu presupuesto? ¿Cómo la alimentarás?, ¿Cuánto pesa?.

En la mayoría de los vuelos se utiliza una cámara de acción pequeña, tipo GoPro. Estas pequeñas cámaras de acción son geniales porque son pequeñas, ligeras, resistentes a la intemperie y pueden soportar las bajas temperaturas de la atmósfera superior. Además, son fáciles de usar y basta con empezar a grabar en tierra y dejar que funcione durante el resto del vuelo.

Por último, otra opción popular de cámara es utilizar una cámara construida específicamente para las plataformas Arduino o Raspberry Pi como la ArduCam para Arduino o el Módulo de Cámara Raspberry Pi. Estas cámaras son divertidas de usar y jugar y suelen ser extremadamente pequeñas y compactas, lo que ahorra mucho peso y espacio.

En todo caso, cuidado con el peso y la duración de la batería a esas temperaturas. También es conveniente asegurar la tarjeta de memoria contra golpes.

CIENCIA CIUDADANA

CIENCIA CIUDADANA

¿Quién decide cada una de las investigaciones que conduce la ciencia? Desde hace ya un tiempo la comunidad científica, los institutos de investigación, las instituciones públicas y buena parte de la industria marcan el camino por el que discurre la ciencia y deciden los objetivos de sus investigaciones.

Pero, en ocasiones la ciencia discurre por otros caminos desde los que comunidades ciudadanas, asociaciones, grupos o entusiastas avanzan en su conocimiento alejados -a veces; otras veces van de la mano- de universidades, cátedras o empresas, mientras sacian su curiosidad científica o resuelven cuestiones -a veces locales y otras universales- a través de las evidencias que la ciencia les brinda.

La ciencia como profesión es un hecho relativamente nuevo. ¿Sabías que, por ejemplo, Einstein no se dedicaba profesionalmente a la ciencia cuando desarrolló su teoría especial de la relatividad? Una simple búsqueda en Internet te servirá para encontrar la gran cantidad de descubrimientos realizados por científicos no profesionales.

La ciencia ciudadana describe el proceso participativo por el cual la ciudadanía se involucra directamente en el proceso de la investigación científica. El Libro Blanco para la Ciencia Ciudadana para Europa la define como la participación de la ciudadanía en actividades de investigación científica donde los ciudadanos contribuyen activamente a la ciencia con su esfuerzo intelectual, sus conocimientos o con sus herramientas y recursos.

La ciencia ciudadana te permitirá realizar una investigación científica sobre aquello que a ti te interesa. En el caso del proyecto SERVET, esta unidad didáctica te ayudará a poner en marcha tu propio proyecto, veremos cómo has de hacerte las preguntas pertinentes y cómo tendrás que diseñar todas las etapas de tu proyecto científico, hasta ponerlo rumbo a la estratosfera.

Más allá de definiciones, podemos pensar que **la ciencia ciudadana es simplemente gente haciendo ciencia**, independientemente de su título académico y perfil socioeconómico.

En los últimos tiempos la manera de hacer ciencia ciudadana se ha ido adaptando a las necesidades de sus participantes, y también ha ido tejiendo relaciones cada vez más fuertes con el resto de actores implicados en el desarrollo científico: la academia, las instituciones públicas, la empresa privada, los medios de comunicación... Así, la ciudadanía participante en iniciativas de ciencia ciudadana tiene un papel más relevante en el diseño, puesta en marcha y realización de los experimentos científicos. Los ciudadanos y ciudadanas pueden:

- Participar en la recolección de datos relevantes para el experimento, como pueden ser mediciones de la calidad del aire, contar galaxias, traducir textos, identificar especies de flora y fauna... entre otras muchas actividades que servirán a los investigadores para alcanzar conclusiones científicas.

- Colaborar en el diseño e implementación de las tareas científicas a realizar, proponer hipótesis y validarlas siguiendo el método científico.

- Elegir el objeto de estudio del proyecto y participar en su planificación, para dar con la evidencia científica que contribuya a solucionar problemas de su entorno cercano.

- Ocuparse de todo el ciclo científico de su proyecto, desde la elección del objeto de estudio, su planificación, puesta en marcha, recogida de datos, validación de la hipótesis planteada y diseminación de los resultados. Posiblemente este sea tu caso cuando prepares tu proyecto para SERVET.

Como puedes comprobar, la ciencia ciudadana tiene como objetivos acercar a la sociedad el trabajo científico, animar a contribuir a las investigaciones en curso y promover la formación científica de los ciudadanos, involucrando activamente a la ciudadanía en las actividades científicas para generar nuevo conocimiento y comprensión de la ciencia.

A través de tu participación en SERVET podrás realizar el ciclo de la investigación científica en su totalidad, decidiendo qué quieres estudiar, cómo lo vas a realizar, poniéndolo en marcha y recogiendo los datos que validen la pregunta que te hiciste en primer lugar. Solo, en compañía de tus compañeros, profesores y al equipo de SERVET serás capaz de llevar tu experimento científico hasta la estratosfera. Y estarás haciendo ciencia ciudadana.

SEGURIDAD Y NORMATIVA

SEGURIDAD Y NORMATIVA

El lanzamiento y suelta de globos meteorológicos son actividades reguladas por normativas específicas en muchos países. Estas normativas se establecen para garantizar la seguridad de las personas y el entorno, así como para evitar interferencias con el tráfico aéreo y otros sistemas de comunicación. Antes de realizar un lanzamiento de globos, es importante conocer y cumplir con la normativa local y obtener los permisos correspondientes, si es necesario. Esto ayuda a asegurar que la actividad se realice de manera segura y responsable.

En cuanto a la seguridad, es esencial seguir una serie de medidas para evitar incidentes durante el lanzamiento y suelta de globos meteorológicos. En primer lugar, se debe realizar un chequeo minucioso del equipo y los instrumentos antes de la operación. Asegurarse de que el globo esté en buenas condiciones, el paracaídas de recuperación esté correctamente instalado y los instrumentos estén calibrados adecuadamente es fundamental para un lanzamiento exitoso y seguro.

Además, es importante considerar las condiciones meteorológicas al planificar el lanzamiento. Se deben evitar condiciones climáticas adversas, como fuertes vientos, tormentas eléctricas o presencia de lluvia, que puedan comprometer la seguridad o viabilidad del lanzamiento. Realizar una evaluación del pronóstico meteorológico antes del lanzamiento es recomendable para tomar decisiones informadas.

Asimismo, se debe tener en cuenta la zona de lanzamiento y la trayectoria del globo. Es necesario elegir un área adecuada y despejada, lejos de líneas eléctricas, árboles o estructuras que puedan interferir con el ascenso del globo. Existen zonas de vuelo restringidas como por ejemplo cerca de aeropuertos y otras infraestructuras aéreas que hay que respetar. Además, se debe considerar el lugar donde se prevé que el globo y los instrumentos caigan después de su ascenso. Esto implica informar a las autoridades competentes sobre la actividad y coordinar la recuperación del equipo una vez que haya descendido.

En resumen, tanto la normativa como la seguridad son aspectos fundamentales en el lanzamiento y suelta de globos meteorológicos. Cumplir con la normativa local, realizar chequeos rigurosos del equipo, considerar las condiciones meteorológicas y elegir adecuadamente el lugar de lanzamiento son medidas clave para asegurar una actividad segura y responsable.

Puede ser necesario contar con autorización o incluso permiso de vuelo según el tipo de globo y el país. También puede ser recomendable u obligatorio según la normativa disponer de un seguro de responsabilidad civil. Así mismo es posible que sea necesario disponer de un mecanismo de finalización de vuelo (o corte de hilo) para asegurar el final controlado de la misión o por ejemplo que el globo no atraviese fronteras entre países o el uso de deflectores de radar para ser detectados por aviones.

ENAIRE es el organismo responsable de la gestión del espacio aéreo y la coordinación con el tráfico aéreo en España, por lo tanto, es fundamental cumplir con las regulaciones y procedimientos establecidos por esta entidad para garantizar la seguridad de las operaciones con globos. En el momento de escribir este documento la normativa principal aplicable es lo previsto en el SERA.3140 y el apéndice 2 de SERA y el Real Decreto 1180/2018.

En el momento de escribir esta guía: Un globo ligero deberá realizar una petición a través de la plataforma ENAIRE Planea con una antelación mínima de 10 días, si la trayectoria estimada entra dentro de una zona de control del tránsito aéreo (CTR), zona de tránsito de Aeródromo (ATZ) o zona de información de vuelo (FIZ) asociado a un aeropuerto. La operación de globos libres no tripulados, definidos en el apartado 2 del SERA, esta sujeto al aseguramiento de la responsabilidad civil frente a terceros por los daños que pueden ocasionarse durante y por causa de la operación mediante un póliza de seguro u otra garantía financiera, según los límites de cobertura que se establecen en el Reglamento (CE) n.º 785/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de abril de 2004, sobre los requisitos de seguro de las compañías aéreas y operadores aéreos.

PROYECTO SERVET

Proyecto Aeroespacial Servet

Instituto Universitario de Investigación de Ingeniería de Aragón
Universidad Zaragoza

ibercivis

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES

FECYT INNOVACIÓN