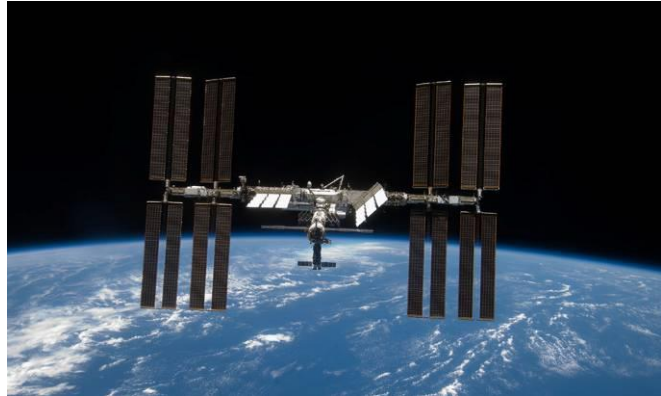


# Taller de Microgravedad

Ricardo Moreno Luquero  
Colegio Retamar (Madrid)  
rmluquero@gmail.com

Mucha gente piensa que la ingravidez es una propiedad del espacio. Y se creen que cuando una nave espacial sale de la atmósfera, la gravedad terrestre ya no actúa. Sin embargo, a los 400 km de altura a los que está la Estación Espacial Internacional (ISS), el valor de la aceleración de la  $g$  es  $8,96 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ , en lugar de  $9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  que hay en la superficie de la Tierra. Para conseguir una ausencia casi total de la gravedad, tendríamos que irnos muy lejos del sistema solar, a medio camino entre las estrellas vecinas, y aun así tanto el Sol como esas estrellas nos seguirían atrayendo algo.



La microgravedad que se produce en un satélite en órbita terrestre (o en la ISS) no se debe a que la Tierra deje de atraerle, sino al estado de continua caída libre en el que se encuentra el satélite. Esa caída libre debe estar combinada con una elevada velocidad de desplazamiento (del orden de  $27.000 \text{ km/h}$  a la altura de esos satélites), que hace que la superficie terrestre se curve según cae la nave, y consiga estar en un movimiento continuo de caída sin llegar nunca a impactar con la superficie terrestre.

El estado de microgravedad se puede reproducir en la Tierra durante breve tiempo, en caída libre. Hay torres de ensayo de diversas alturas, como la *Glenn 2,2 Second Drop Tower* de la NASA, en Ohio, de  $30 \text{ m}$  de altura en la que se deja caer una caja que contiene el experimento y las cámaras y sensores necesarios para registrar el fenómeno. Se obtiene microgravedad ( $\mu g$ ) durante la caída, que dura  $2,2$  segundos. En las instalaciones del INTA en Madrid hay una torre similar de menor altura. Para tiempos mayores se recurre a aviones en trayectoria parabólica, donde se dispone de ambiente en  $\mu g$  durante unos  $20$  segundos seguidos. Otro modo de conseguir  $\mu g$  es acudir a cohetes suborbitales, de menor coste que los ordinarios, que vuelan describiendo parábolas durante varios minutos.

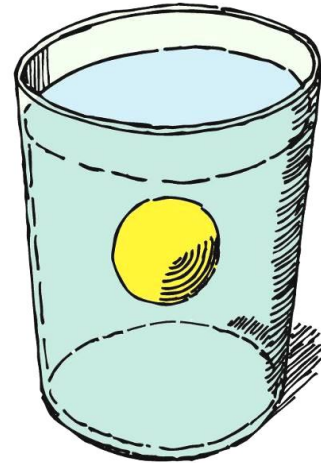
En este taller vamos a realizar varias actividades en las que conseguiremos unos instantes de microgravedad, suficientes para observar el extraño comportamiento de la materia, en especial la forma esférica de los fluidos. También repasaremos el material didáctico que la ESA pone a disposición de los profesores.

## **Actividad 1: Gota ingrávida**

MATERIALES: Vaso transparente, alcohol y aceite de oliva.

¿CÓMO SE HACE?

El aceite de oliva tiene una densidad intermedia entre la del agua y la del alcohol, por tanto flota en el agua, pero se hunde en el alcohol. El agua y el alcohol se mezclan con facilidad, y se puede conseguir una mezcla que tenga la misma densidad que el aceite. En ese caso, el peso del aceite se iguala con el empuje que sufre al estar dentro de un fluido, y se comporta como si estuviese en ingravidez. En esas condiciones, la tensión superficial del aceite hace que adopte una forma esférica, como ocurre con cualquier líquido que manejan los astronautas en órbita.



Coge un vaso de cristal transparente y echa en el fondo un poco de aceite de oliva, como una cucharada sopera. Echa después con cuidado y por el borde del vaso, alcohol, hasta un tercio del vaso aproximadamente.

Ve añadiendo poco a poco, y por el borde del vaso, agua. La superficie del aceite se irá haciendo cada vez más convexa. Si sigues echando agua, llegará un momento en que el aceite tomará la forma de una esfera, que quedará suspendida en la mezcla de agua y alcohol.

## **Actividad 2: Demostrador de microgravedad de cartón**

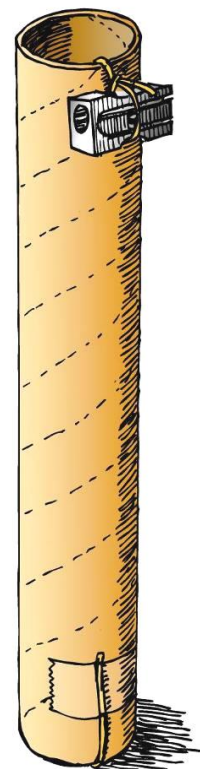
MATERIALES: Tubo de cartón de 40 cm, gomas elásticas, sacapuntas, cinta adhesiva, tijeras, vaso de plástico

¿CÓMO SE HACE?

Corta varias gomas elásticas y átalas entre sí para hacer un cordel elástico largo. En un extremo ata un sacapuntas, pasa el otro extremo por el interior del tubo y pégalo con cinta adhesiva en el exterior del tubo, de tal forma que boca abajo el sacapuntas quede al ras del extremo del tubo.

Estira un poco la goma y deja el sacapuntas por fuera. En esa posición la tensión de la goma equilibra el peso del sacapuntas.

Coge el tubo con la mano y déjalo caer. Verás que el sacapuntas se introduce inmediatamente en el tubo. En cuanto el aparato se pone en caída libre, entra en microgravedad, y el peso del sacapuntas ya no equilibra la tensión de la goma, y es arrastrado al interior del tubo.



También se puede ver la microgravedad con un vaso de plástico al que se le hace un agujero en la parte inferior de la pared. Se llena de agua y se observa cómo el agua sale por el orificio. Sin embargo si dejas caer el vaso, el agua deja de salir: al no haber peso, el agua flota dentro del vaso y no sale.

### **Actividad 3: Demostrador de microgravedad con un imán**

MATERIALES: dos tubos de plástico, imán y tornillo.

¿CÓMO SE HACE?

Este demostrador de microgravedad consta de un imán en la parte superior, de un pequeño tubo transparente y de un tornillo: en posición vertical la gravedad impide que el imán sea atraído, pero en cuanto se deja en caída libre, al entrar en microgravedad, el imán consigue atraer al tornillo. Este aparato funciona tanto en posición vertical como en horizontal.

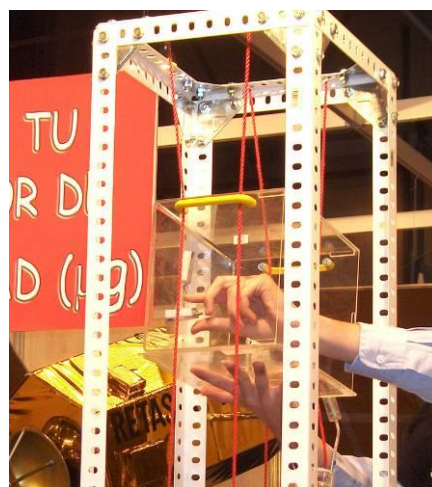


### **Actividad 4: Demostrador de microgravedad con una webcam**

MATERIALES: webcam, caja de metacrilato, cojín, adorno “goteante”, muelle, demostrador de imán, cinta de velcro.

¿CÓMO SE HACE?

El montaje consiste en una caja transparente, dentro de la que hay una webcam conectada a un ordenador con un cable USB largo. Se deja caer sobre un cojín, desde una altura aproximada de 2 m. Delante de la cámara se pone lo que se quiere observar en microgravedad. Resultan especialmente didácticas las observaciones de un líquido goteando, un objeto pesado colgado de un muelle, un péndulo y el demostrador de microgravedad de imán descrito en la actividad anterior, tanto de forma horizontal como vertical. Los objetos se sujetan a la caja con cinta de velcro adhesivo.



Caja de metacrilato. La estructura metálica y los cordones no son necesarios.

Al dejar caer la caja se ve claramente en el ordenador (se graba y se puede ver varias veces el suceso) que las gotas se vuelven totalmente esféricas y que se interrumpe el goteo; el muelle, al desaparecer el peso del objeto, recupera su longitud natural; el péndulo deja de oscilar y en el demostrador de microgravedad el tornillo es atraído por el imán.

## Lo que ve la webcam



Con gravedad: gotas deformadas,  
tornillos separados del imán



En microgravedad: gotas redondas,  
tornillos atraídos por el imán

### **Actividad 5: Material educativo sobre microgravedad de la ESA**

La Agencia Espacial Europea edita un material educativo muy interesante para la labor docente, la mayor parte traducido al español. Lo distribuye gratuitamente a los centros educativos que lo solicitan de los países miembros, entre los que está por supuesto España.

Se pueden solicitar por internet en <http://esa-hme-education.org/>

El material que me parece más interesante es:

- **ISS Education Kit**: dos carpetas muy interesantes de recursos sobre la ISS, una para Primaria y otra para Secundaria.

- **Lift-Off**: Cuaderno con varios problemas resueltos de Física y Química con datos reales de cohetes y vuelos espaciales. Para Bachillerato.

- **ISS DVD Lesson, Project Zero Gravity**: son 4 programas de 25 minutos cada uno que con imágenes en la ISS y en varios centros educativos tratan sobre las Leyes de Newton, el cuerpo humano en el espacio, la materia en el espacio y la robótica. El mejor es el primero. Nivel de la ESO.

- **Exploration DVD: The Ingredients for Life - On Earth and in Space**: un documental sobre los materiales que componen la vida, y sobre la dificultad de vivir en el espacio. Nivel de Bachillerato.

- **ISS 3-D Teaching Tool: Spaceflight Challenge I**: es un juego de ordenador en el que hay que responder a una serie de problemas de ciencias para ir viajando a través de la ISS. Útil para Bachillerato.