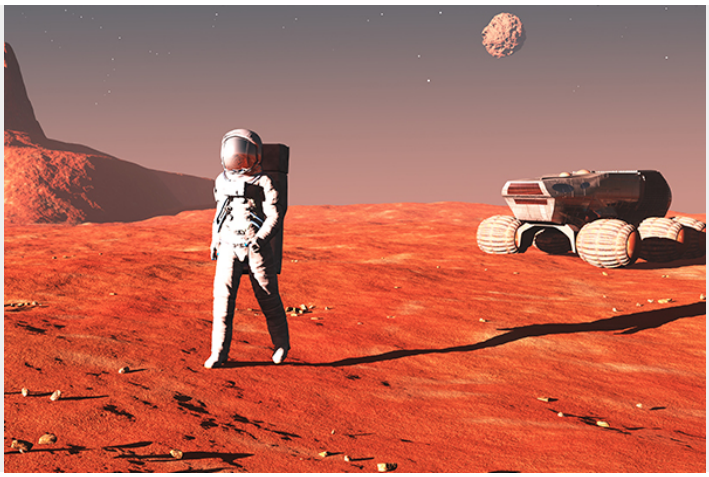
PARA CONDUCIR EN MARTE

Posted on 12 marzo, 2015 by Alfo José Batista Leyva



El Spirit, uno de los vehículos exploradores autónomos puestos en la superficie de Marte a comienzos del año 2004 por la NASA, quedó atrapado en un campo de sulfato de hierro en polvo, con muy poca cohesión, lo que provocó una pérdida de tracción y el consiguiente atasco del vehículo...

Category: Ciencia

Tags: Ciencias Exactas, Física

Imagine que está conduciendo en un camino vecinal y de pronto cae en un campo de arena, donde las ruedas del vehículo quedan atrapadas. ¿Qué haría usted para liberarse?

Las respuestas pueden ser muchas, pero de seguro todas incluyen descender del vehículo, para mejorar de alguna forma el contacto entre los neumáticos y el camino. Y... ¿qué tal si no pudiera bajarse? Las cosas sin dudas serían más difíciles, y si para completar el drama le informo que se

encuentra a millones de kilómetros de donde está el coche atascado, y por alguna razón el coche ha perdido más de la mitad de su peso, la situación parece de pesadilla.

Pero no es una pesadilla, los científicos del *Jet Propulsion Laboratory*, en Pasadena, se enfrentaron a esa situación. El primero de mayo de 2009 el *Spirit*, uno de los vehículos exploradores autónomos puestos en la superficie de Marte a comienzos del año 2004 por la NASA, quedó atrapado en un campo de sulfato de hierro en polvo, con muy poca cohesión, lo que provocó una pérdida de tracción y el consiguiente atasco del vehículo .



NASA/JPL/Cornell University, Maas Digital LLC

En un intento de resolver el problema, trataron de simular las condiciones en que se encontraba el *Spirit*, reproduciéndolas en la Tierra. Para lograr el estado de baja gravedad (la fuerza de la gravedad en Marte es aproximadamente 0.4 la de la Tierra) y baja densidad del aire, la réplica que se construyó era proporcionalmente más ligera que el original. Se realizaron múltiples experimentos ––incluidas simulaciones por computadora–– pero nada dio resultado: el 26 de enero de 2010 la NASA redefinió los objetivos del vehículo, pasando a llamarlo, un tanto eufemísticamente, “plataforma de investigación estacionaria”.

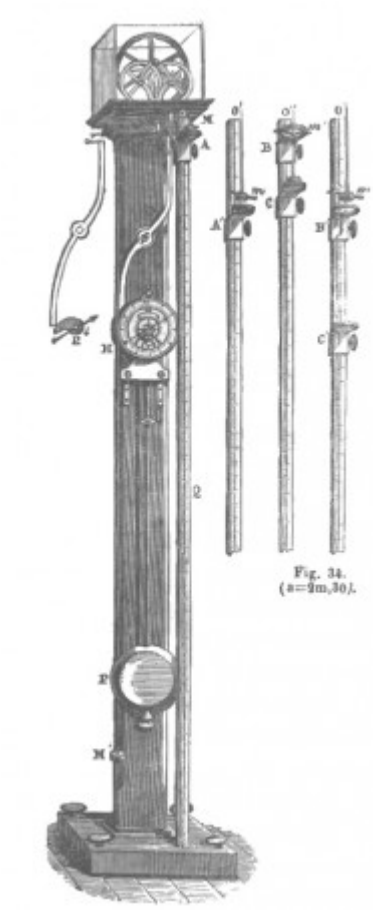
Convencidos de que los científicos de la NASA se equivocaron en la forma de realizar las pruebas, un grupo de investigadores cubanos, pertenecientes a la Facultad de Física de la Universidad de la Habana y dirigidos por el profesor Ernesto Altshuler Álvarez, ha probado que la magnitud de la fuerza de la gravedad influye de manera que contradice la intuición en el comportamiento de las sustancias en composición granular (por ejemplo, la arena). En el trabajo participaron también un investigador de la Universidad de Chicago y otro de la Universidad de Navarra.

En un artículo publicado en modalidad *open access* por la revista *Geophysical Research Letters* , los autores concluyen que la profundidad a la que penetra un cuerpo en un medio granular que se deposita sobre su superficie, es independiente del valor de la fuerza de la gravedad a la que esté sometido. Veamos cómo pudieron llegar a estas conclusiones.

La primera pregunta es: ¿cómo disminuir la gravedad estando sobre la superficie de la Tierra? Una forma es realizar experimentos en aviones que se mueven en caída libre, y en efecto se realizan, pero son experimentos costosos. Altshuler y sus colaboradores encontraron una forma más barata y muy ingeniosa, regresando a un experimento clásico de la física llamado la máquina de Atwood, con la cual trabajan actualmente miles de estudiantes en sus cursos de Laboratorios de Física y que fue inventada en el año de 1784 por el matemático inglés George Atwood.


George Atwood, matemático inglés.

Dicha máquina consiste en una polea por la cual se desliza una cuerda que sostiene un cuerpo en cada extremo. Si las masas de los cuerpos difieren, el sistema se moverá con una velocidad variable, siendo la aceleración proporcional a la diferencia de las masas. Pero de acuerdo con las ideas de Einstein, esa aceleración que “siente” el cuerpo es equivalente a una variación de la fuerza de la gravedad. Para entender esto, recordemos qué se siente en un ascensor rápido que comienza a ascender o descender en un edificio (al comenzar el ascenso, nos sentimos “más pesados”; al comenzar a descender, “más ligeros”).



La máquina de Atwood, inventada en el año de 1784.

La máquina de Atwood usada en el experimento es muy peculiar: ésta se instaló en un edificio de cinco pisos, unos 17 metros de altura, y en uno de sus brazos tenía un conjunto de pesos; en el otro estaba toda la magia del experimento: una cubeta de 30 cm de diámetro y 26 cm de profundidad llena de pequeñas esferas de poliestireno expandido que hacían el papel de un suelo granular. En la parte superior de la cubeta, una esfera de radio mayor estaba sujeta a un soporte por un mecanismo magnético accionable a distancia mediante tecnología inalámbrica. Dentro de la esfera, un sistema electrónico conocido como acelerómetro inalámbrico de tres ejes se comunicaba con una computadora cercana, transmitiendo la información sobre la aceleración a la que estaba sometida la esfera. Los autores llamaron al sistema (no sin cierto sentido del humor) FaBuLab (*Falling Bucket Laboratory*), algo así como "Laboratorio en una Cubeta que Cae". Analicemos el trabajo del sistema en su conjunto.

La parte mecánica es muy sencilla. El peso de la cubeta es conocido, de forma tal que escogiendo el contrapeso a utilizar se puede lograr que la cubeta ascienda o descienda. De hecho se puede predecir con qué aceleración se moverá. Lo interesante es que denominando g a la aceleración de la gravedad (que en la superficie de la Tierra es alrededor de 9.8 m/s^2, lo que quiere decir que en cada segundo la velocidad de un cuerpo que cae libremente aumenta en 9.8 m/s) y a la aceleración de la cubeta, los cuerpos que estén en movimiento con ésta sentirán una aceleración igual a g + a, donde a es positiva si la cubeta está ascendiendo y negativa si desciende. O lo que es igual, si la cubeta asciende, los cuerpos en ella sentirán una aceleración gravitatoria efectiva mayor que *g*, mientras que al descender sentirán una aceleración efectiva menor que *g*.

Ahora se pone en acción la parte electrónica del experimento. Cuando el FaBuLab está en movimiento, durante unos segundos siente una aceleración efectiva diferente de g. Esos segundos es el lapso donde transcurre el experimento. A través de una conexión *bluetooth* se envía una señal al mecanismo de liberación de la esfera, que se encuentra rozando la superficie del medio granular contenido en la cubeta, y mientras se hunde en el granular, el acelerómetro (¡inalámbrico!) que se encuentra en su interior transmite a la computadora los datos de la aceleración a la que está sometida la esfera.

Éste es en esencia el experimento, que fue repetido múltiples veces para ganar certeza acerca de sus conclusiones a distintas aceleraciones efectivas. En las condiciones experimentales utilizadas en el trabajo, la aceleración efectiva fue variada en un rango amplio, que cubre aproximadamente el campo de gravedades de varios planetas del sistema solar; desde Marte (0.4*g*) hasta Neptuno (1.2*g*).

> *Las simulaciones consisten en programar una computadora con los datos de las interacciones presentes en el sistema.*

Los autores no se limitaron a las condiciones dictadas por el experimento. Usando una técnica cada vez más en boga, las simulaciones computacionales, extendieron el campo de sus resultados. Las simulaciones consisten en programar una computadora con los datos de las interacciones presentes en el sistema, para predecir su comportamiento en condiciones que el experimento no puede reproducir. De esta forma lograron extender el rango de gravedades efectivas desde 0.1*g* hasta 25*g*, que corresponde al rango de la gravedad en la superficie de un pequeño asteroide, hasta casi la gravedad en la superficie del Sol. Todo el sistema solar incluido en un experimento hecho en modestas condiciones experimentales sobre la superficie de la Tierra.

Claro, puede quedar la duda de cuán válidas son las simulaciones. Los autores tuvieron esto en cuenta, comparando simulaciones realizadas para las condiciones de los experimentos, con los propios resultados experimentales. Su coincidencia le dio un soporte firme a sus cálculos.

E hicieron más... formularon un modelo teórico para explicar los resultados alcanzados. Este modelo se hizo con base a ecuaciones físicas que fueron aplicadas a las condiciones del experimento. La corroboración de los resultados experimentales y de simulación por el modelo les dio un basamento aún más sólido.

Esta triada de elementos: experimento, simulación y teoría se ha convertido en una poderosa herramienta de las ciencias naturales, en su empeño por conocer la naturaleza de manera objetiva, eliminando en todo lo posible las ambigüedades y las dudas.

> *¿Cómo entender que la gravedad no hace que varíe la profundidad total a la que el cuerpo se hunde?*

¿Cómo entender que la gravedad, que es la fuerza que atrae a los cuerpos a la superficie de un cuerpo celeste, no hace que varíe la profundidad total a la que el cuerpo se hunde? La idea expresada por los autores es que, si bien la fuerza de atracción aumenta con el aumento de la gravedad, también la fricción que siente el cuerpo al interactuar con los granos del medio aumenta, compensándose sutilmente ambos efectos.

Aunque el artículo tiene conclusiones que sólo le hablan al especialista, quizás la conclusión principal es que el proceso de sedimentación de un objeto en un medio granular para distintos cuerpos celestes es, en general, independiente de la masa de dicho cuerpo. Siguiendo esta idea, las pruebas de vehículos de exploración de otros cuerpos celestes, asteroides, cometas (recuerde la misión Rosetta, que depositó un vehículo en la superficie del cometa 67P / Churyumov-Gerasimenko) podrán realizarse sobre la Tierra, sin hacer ajustes en la masa de los vehículos para

adaptarse a la gravedad imperante en el cuerpo celeste que se trate.

Este es un bello ejemplo de ciencia hecha con un presupuesto modesto, condiciones mínimas, y mucho ingenio y rigor, que dio resultados al nivel de los que se obtienen en grandes laboratorios del mundo desarrollado. C^2

Referencias:

http://en.wikipedia.org/wiki/Spirit_(rover)

Altshuler, E., H. Torres, A. González-Pita, G. Sánchez-Colina, C. Pérez-Penichet, S. Waitukaitis, R. C. Hidalgo (2014), Settling into dry granular media in different gravities, Geophys. Res. Lett., 41, 3032–3037, doi:10.1002/2014GL059229.