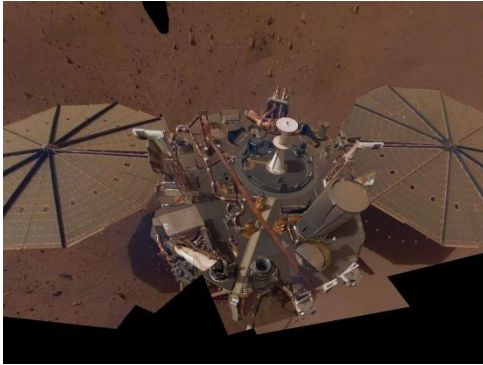


Paisajes moldeados por el paso de tornados de polvo

1. Introducción & Pb

La sonda en Marte registró el paso de un vórtice de viento que liberaba algo de polvo que se había acumulado en sus paneles solares desde su llegada.



"El 1 de febrero de 2019, los dos paneles solares de la sonda InSight que estudia la geología marciana registraron un incremento de la energía. Se atribuyó al paso de un vórtice de viento que levantaba algunas de las partículas de polvo que las cubría. Un evento que no es infrecuente en Marte pero que es la primera vez que se ha estudiado con parámetros meteorológicos completos."

Fuente: Sciences et Avenir « Un coup de vent balaye la poussière des panneaux solaires d'InSight »

Fuente: NASA/JPL-Caltech

La velocidad máxima del viento que registró la estación meteorológica APSS (Auxiliary Payload Sensor Suite) alcanzó solo 45 km/h. Este vendaval fue acompañado por una caída local de la presión atmosférica del 13%. Según los ingenieros a cargo de la sonda, estas condiciones son compatibles con el paso de un "diablo de polvo" por encima de ella llamado "Dust Devil". Los vórtices de polvo son desplazamientos de las masas de aire que contienen partículas de polvo.

Estos tornados dejan rastros claramente visibles de su paso en el paisaje marciano y por lo tanto contribuyen a la geomorfología particular del planeta Marte.

Marcas dejadas por el paso de Dust a través del cráter Richardson:



NASA/JPL/Universidad de Arizona

Estas dunas se encuentran a una latitud de 72° sur. Debido a su posición muy cerca del polo, experimentan enormes variaciones de temperatura durante el año marciano. Esta imagen fue tomada en la época del equinoccio de otoño en el hemisferio sur, que marca el final del verano y el comienzo del otoño. Muchas **marcas de remolinos** todavía son visibles, en forma de finos rastros que se cruzan entre sí, pero serán gradualmente cubiertos por dióxido de carbono cuando llegue el invierno del sur.

Pb: Pero ¿cómo se forman estas marcas del paso de un Dust Devil en Marte? ¿es el caso en la Tierra ?

2. Edad de los estudiantes: 13 – 15 años

3. Objetivos

Entender las leyes físicas que rigen el movimiento de las masas de aire, es decir, la convección atmosférica, así como el proceso de formación de un vórtice de polvo para deducir las causas de estas marcas dejadas en el suelo tan características del planeta Marte.

4. Disciplinas primarias

Física - Ciencias de la Tierra

5. Disciplinas adicionales

6. Tiempo requerido 2h

7. Palabras clave

Depresión - Convección atmosférica

8. Materiales

Para el modelado del "remolino de polvo":

- Incienso
- Caja de plexiglás
- Vela
- Bandeja de cubitos de hielo
- Sensor de presión (véase: Hoja Técnica de Arduino)

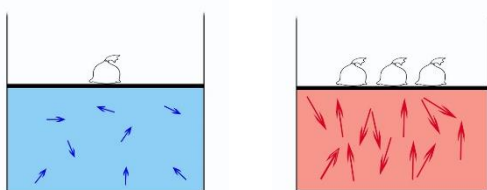
9. Fundamento

Movimiento de masas estables de aire por convección atmosférica:

La relación entre presión y temperatura (Ley Gay-Lussac) está en el origen de la convección atmosférica:

El químico y físico francés Louis Joseph Gay-Lussac (1778-1850) demostró que existe una relación entre la presión y la temperatura de un gas. Para un volumen constante y una cantidad determinada de gas, observó que la presión de un gas aumenta cuando su temperatura sube, y viceversa. La relación que estableció a partir de sus observaciones se conoce como la Ley de Gay-Lussac.

"**La ley de Gay-Lussac** describe la relación entre la presión y la temperatura de un gas. Establece que, a volumen constante, la presión de una cierta cantidad de gas es directamente proporcional a su temperatura absoluta."



T° Fría

T° caliente

Según esta teoría cinética de los gases, un aumento de temperatura provoca un aumento en la energía cinética de las partículas.

Las partículas calentadas chocan más fácilmente, lo que provoca un cambio en la presión. Si el volumen del gas permanece constante, su presión aumentará.

10. Procedimiento

Al igual que en la Tierra, los vientos en Marte son alimentados por el calentamiento solar. Las observaciones de las sondas Viking en Marte o directamente en la Tierra revelan que el polvo atmosférico puede ser levantado por vórtices de polvo.

Estos fenómenos pueden alcanzar dimensiones considerables. Un tornado absorbe las masas de aire circundantes y las concentra en su núcleo.

Amazonis Planitia



Un gigantesco remolino de polvo proyecta una sombra en forma de serpiente sobre la superficie marciana. La vista cubre un área de unos 644 m de ancho. El norte está hacia arriba. El penacho de polvo tiene más de 800 m de alto y 30m de diámetro. Una brisa desde el oeste a mitad de la altura del vórtice de polvo produjo un delicado arco en el penacho. La imagen fue tomada en el momento en que el planeta está más lejos del sol.

Satélite: Mars Reconnaissance Orbiter

Copyright: NASA/JPL-Caltech/Universidad de Arizona

Este fenómeno también ocurre en la Tierra generalmente durante el verano. Un diablo de polvo se desarrolla desde el suelo cuando se cumplen ciertas condiciones. Los vórtices de polvo son desplazamientos de las masas de aire que contienen partículas de polvo.

Modelado de la dinámica de una masa de aire:

Realice la siguiente experiencia para poner de manifiesto el movimiento de las masas de aire.

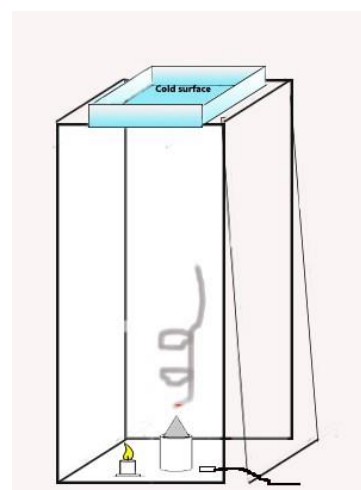
Sensores de presión internos y externos:

Sin factor externo perturbador



@Fanny.Bouvet – Fatima.Moujdi

Con factor externo perturbador



@Fanny.Bouvet – Fatima.Moujdi

1. **Registre los resultados:**

	Experimento 1		Experimento 2	
	T = 0	T = 3'	T = 0	T = 3'
Presión dentro del tubo				
Presión fuera del tubo				
Interpretación de los resultados				

2. **Explique.** a partir de los datos recogidos, el fenómeno que ocurrió durante el experimento y que permitió el movimiento de las masas de aire caliente.

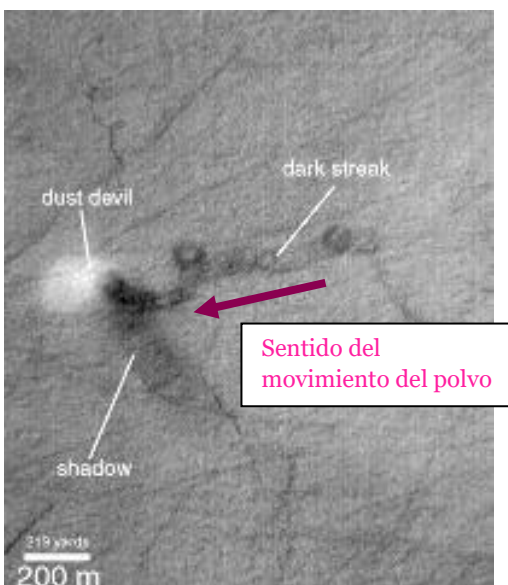
I. **El torbellino en acción:**

Acabamos de demostrar que el motor del tornado es el ascenso de aire caliente. Este ascenso también permite que las rotaciones horizontales se vuelvan verticales por la acción de vientos verticales tangenciales.

Luego, cuando se forma el tornado, el aire se eleva en su núcleo, lo que produce en su base la succión violenta del aire circundante y mantiene la depresión.

Cuando el remolino de polvo se desplaza sobre la superficie de Marte, puede recoger y perturbar el polvo movilizado, dejando tras de sí una pista más oscura.

Polvo en acción fotografiado en órbita por MGS el 11/12/1999:



- **Raya oscura:** La marca dejada por el paso de polvo (70 m de ancho) barrió la fina película de polvo transparente que cubría el suelo. Esta marca es muy visible por su forma sinuosa y color oscuro.
- **Dust Devil:** Nube de polvo
- **Sombra:** Sombra proyectada por este tornado en el suelo.

11. Discusión de los resultados y conclusiones

Los diablos de polvo en Marte se forman de la misma manera que en la Tierra. El suelo se calienta durante el día y calienta el aire inmediatamente por encima de la superficie (por radiación). Esta capa de aire caliente se eleva y el aire más frío situado encima cae, creando células de convección vertical. Una ráfaga de viento horizontal rotará las células de convección, causando un vórtice de polvo.

Los tornados que se llevan polvo con ellos ayudarán a dar forma al paisaje marciano al dejar marcas de su paso.

Estos rastros serán cubiertos gradualmente por dióxido de carbono sólido durante el invierno austral. El rostro de Marte cambia con las estaciones.

12. Actividades de ampliación

- <https://visionscarto.net/once-upon-a-thirst>

13. Explorar más (recursos adicionales para profesores)

- <https://planet-terre.ens-lyon.fr/article/mars-2005-04-13.xml>

- https://www.nirgal.net/mars_science_atm.html