

# SIMULACIÓN COMPUTACIONAL DEL ATERRIZAJE DE UNA MISIÓN EN MARTE CON MÉTODOS ALTERNATIVOS DE FRENADO.

## **Abstract**

Este proyecto consiste en la simulación computacional del aterrizaje de una misión espacial en Marte. En la modelación se proponen métodos alternativos de frenado. Primero consideramos que la nave está sujeta a una fuerza de arrastre debido a la atmósfera marciana y proponemos un modelo para la densidad atmosférica como función de la altura. Por otro lado, consideramos que una fuerza de propulsión se activa cuando la nave espacial está cercana a la superficie planetaria, y que puede reducir significativamente la velocidad de impacto. Analizamos la dinámica de la nave a través de las gráficas de posición, velocidad y aceleración, asimismo presentamos una animación que muestra el movimiento de la nave. Nuestra propuesta enfatiza la necesidad de simular misiones especiales antes de llevarlas a cabo para reducir la posibilidad de errores y estimar las medidas necesarias para el éxito de la misión.

## **Introducción**

El desafío de conquistar nuevos horizontes en el espacio exterior ha impulsado a la humanidad a buscar constantemente innovaciones en tecnología aeroespacial [1]. En este contexto, nuestro proyecto se sumerge en la exploración y optimización del crucial proceso de aterrizaje de naves espaciales en Marte. En este proyecto simulamos y analizamos el aterrizaje de una nave, proponiendo un método de frenado innovador que podría mejorar la eficiencia y seguridad de estas misiones. Este informe detallará nuestras metodologías, hallazgos y conclusiones, destacando la relevancia y el impacto potencial de nuestras propuestas en el ámbito de la exploración espacial.

## **Justificación**

Nuestra iniciativa surge de la necesidad de mejorar los métodos convencionales de frenado durante el descenso en Marte. Actualmente, el éxito de las misiones espaciales está intrínsecamente ligado a la capacidad de aterrizar de manera segura y precisa. El entorno marciano, con su atmósfera ligera y superficie rocosa, exige un enfoque meticuloso en el diseño de sistemas de frenado. Nuestro proyecto aborda esta necesidad al proponer un nuevo método de frenado respaldado por simulaciones computacionales detalladas.

Las simulaciones computacionales como esta pueden ser usadas para resolver muchos problemas fuera de misiones espaciales, reduciendo así el riesgo y costo de operaciones en ingeniería, producción, y varias otras áreas.

## **Metodología**

Nuestra metodología se centró en la recolección de datos de la misión Pathfinder y la simulación del descenso en Marte mediante MATLAB utilizando el método de Euler. En nuestra simulación resolvemos numéricamente la segunda ley de Newton usando el método de Euler, la cual está dada como

$$m \frac{dv}{dt} = -\rho(z)Av^2 + mg - F_p, \quad [1]$$

Donde  $m$  es la masa de la nave,  $v$  su velocidad y  $z$  su posición vertical. Además, la fuerza de arrastre depende de la densidad, que se modela como  $\rho(z) = \rho_s e^{-z/H}$ , con  $\rho_s$  es la densidad superficial y  $H$  el factor de escala. En la Figura 1, se muestra este modelo y los valores experimentales de la densidad. Asimismo  $A$  es el área de la nave o bien el área del paracaídas. Finalmente,  $F_p$  es una fuerza de propulsión que se activará cuando la nave se encuentre a cierta altura de la superficie marciana.

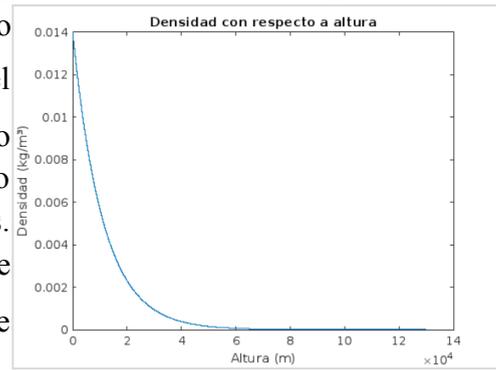


Figura 1. Densidades experimentales

### Recursos utilizados

Para llevar a cabo nuestro proyecto, empleamos dos recursos: MATLAB y datos de la NASA sobre la misión Pathfinder. [2]

### Resultados

Sabíamos que queríamos simular el aterrizaje de la misión Mars Pathfinder, pero queríamos buscar otra alternativa de métodos de aterrizaje de la que se usó.

Para lograr un aterrizaje similar, propusimos un sistema de frenado de propulsión con valores determinados teóricamente que harían que la nave llegue a velocidad cercana a 0 antes de tocar la superficie del planeta. En la Figura 2 mostramos las gráficas que resumen nuestros resultados.

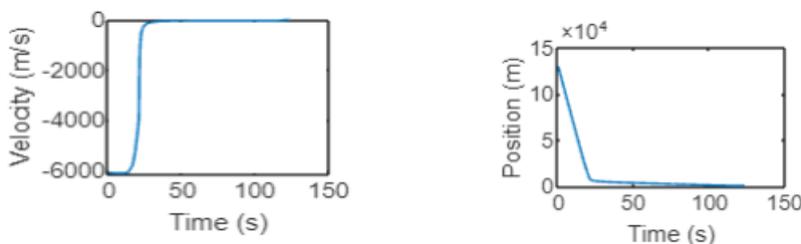


Figura 2. Velocidad y posición de la nave.

### Conclusiones

Nuestros resultados sugieren que este método podría garantizar un aterrizaje seguro, especialmente en situaciones donde los airbags utilizados en la misión original no son viables. Cabe aclarar que esta es una simulación experimental y que se tendrían que checar otros valores importantes antes de poder llevarla a cabo.

### Referencias

- [1] Withers, P. (2013). Landing spacecraft on Mars and other planets: An opportunity to apply introductory physics. *American Journal of Physics*, 81(8), 565-569.
- [2] Magalhães, J. A., Schofield, J. T., & Seiff, A. (1999). Results of the Mars Pathfinder atmospheric structure investigation. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 104(E4), 8943-8955.