

# Análisis Dinámico del Rattleback

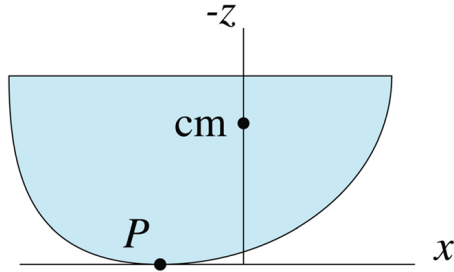
Laura Corzo<sup>1</sup>   Deivy Olago<sup>2</sup>   Santiago Vergara<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Retos

February 27, 2025

# Antecedentes

El rattleback no es homogéneo en su distribución de masa.



**Figure:** Sección transversal, P punto de contacto

- $$I = \begin{bmatrix} I_{11} & I_{12} & I_{13} \\ I_{21} & I_{22} & I_{23} \\ I_{31} & I_{32} & I_{33} \end{bmatrix}$$

- Para una elipsoide homogénea, los elementos fuera de la diagonal se anulan. Si estos valores no son cero, significa que hay una asimetría en la distribución de masa.

**Objetivo General:** Estudiar la influencia de diferentes condiciones iniciales en la dinámica del rattleback mediante una simulación 3D, con el fin de determinar los factores que producen el acoplamiento entre sus movimientos.

- Analizar la asimetría en la distribución de masa del rattleback mediante el cálculo de su tensor de inercia y la relación entre sus ejes principales y su geometría.
- Derivar las ecuaciones de movimiento del rattleback en rodadura sin deslizamiento, considerando solo la interacción con la superficie a través de la fuerza normal y la gravedad, para explicar la inversión espontánea del giro.
- Identificar las condiciones geométricas y dinámicas que favorecen la inversión del giro, evaluando la influencia de la orientación inicial y la distribución de masa en la generación de torque.
- Desarrollar simulaciones numéricas del rattleback con un modelo poligonal 3D para estudiar su evolución y la inversión del giro, comparando los resultados con predicciones analíticas.

- 1 Corroborar la asimetría del sistema
- 2 Encontrar la expresión matemática del tensor de inercia
- 3 Proponer un nuevo sistema de coordenadas alineado con los momentos principales de inercia.
- 4 Calcular las ecuaciones de movimiento
- 5 Identificar términos asociados a pequeñas oscilaciones, bajas energías y contacto con la superficie
- 6 Modelar el rattleback en 3D mediante un sistema poligonal
- 7 Simular computacionalmente el movimiento del rattleback
- 8 Comparar los resultados teóricos y computacionales

- **Generación de Torque Preferencial:** Demostrar que las oscilaciones longitudinales inducen un torque que favorece la rotación en un sentido específico, debido al ángulo casi constante entre el brazo de fuerza y la fuerza de reacción.
- **Reversión Espontánea del Giro:** Identificar un rango de condiciones iniciales de baja energía que conducen a una inversión del giro debido a la interacción entre las oscilaciones transversales y la dinámica del cuerpo rígido.
- **Confirmación de la Naturaleza Cuasi-Periódica:** Observar que, bajo ciertas condiciones iniciales de baja energía, el rattleback exhibe un comportamiento cuasi-periódico a largo plazo, alternando entre fases de oscilación y reversión del giro.