

CINEMÁTICA DE LA PARTÍCULA: El Inicio de la Misión

¡Bienvenido, cadete!
La Dinámica estudia el movimiento y las fuerzas... pero antes de entender la causa, ¡debemos dominar el espacio y el tiempo! ¡Esto es la Cinemática!

$$v = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

$$v = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

$$\vec{r} = r_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$\vec{r} = r_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$a = \frac{dv}{dt}$$

$$\vec{a} = \frac{dv}{dt}$$

$$\vec{r} = \frac{d\vec{r}}{dt} + \frac{dv}{dt}$$

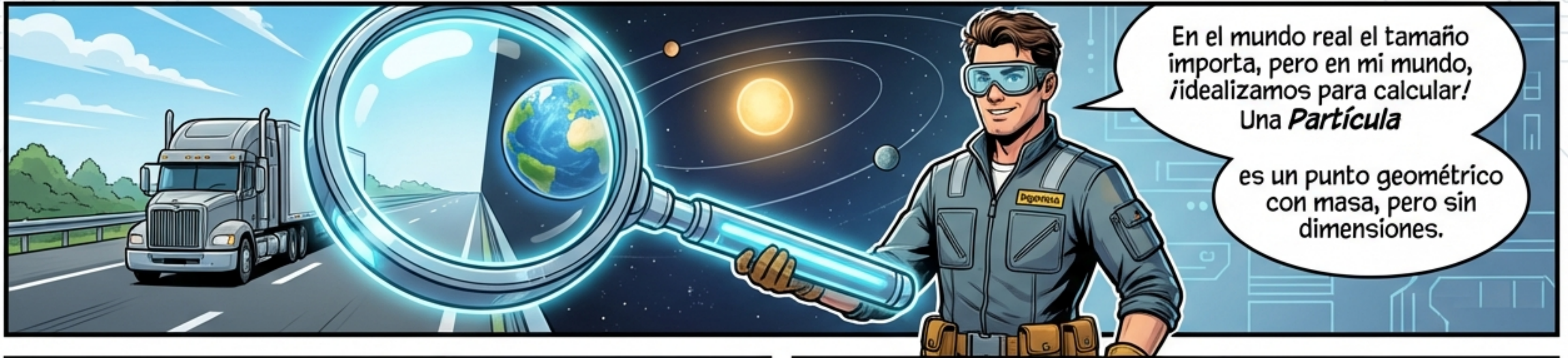
MISIÓN: Estudiar la geometría del movimiento (posición, velocidad, aceleración) sin considerar aún las fuerzas que lo causan.

AUTOR: Víctor Manuel Menacho López.

CINEMÁTICA DE LA PARTÍCULA

¡START!

LA IDEALIZACIÓN MATEMÁTICA



MARCOS DE REFERENCIA vs. COORDENADAS

¿Moverse? ¿Respecto a qué? Sin un **Marco de Referencia**, ¡la posición no existe! Necesito un cuerpo rígido.



¡Mejor! Un Marco es un ente físico real (o ideal) como la Tierra, el Sol, o el chasis de un auto. Es el "quién" observa.



El marco no acaba en la materia. Incluye su **Extensión Rígida**. ¡Los puntos en la línea central de este tubo son parte del marco del tubo!



No confundas el Marco (físico) con las **Coordenadas** (matemáticas). El marco es la base; las coordenadas son la regla con la que medimos.



EL DESAFÍO DE LA DERIVADA VECTORIAL

¡Atención!
Un vector puede cambiar de dos formas: en **magnitud** (largo) o en **dirección**. ¡Para derivarlo (dA/dt), debemos ver si cambia en el tiempo!



¡Piensa rápido, cadete!
La distancia es fija en el disco. Si estoy parado abajo, en la Tierra...
¿La derivada de este vector **R** es CERO? ¿**Sí o No?**



¿ $\vec{dR}/dt = 0$ visto desde el marco Tierra?

¡**NO!** Aunque su largo sea constante, su **dirección** cambia al girar. ¡Respecto a la Tierra, el vector cambia y su derivada existe!



¡**NO!**
Aunque su largo sea constante, su **dirección** cambia al girar. ¡Respecto a la Tierra, el vector cambia y su derivada existe!

COORDENADAS CARTESIANAS (RECTANGULARES)

¡El sistema clásico! En Coordenadas Rectangulares, los ejes están fijos al marco. ¡Los vectores unitarios (\hat{i} , \hat{j} , \hat{k}) NO cambian de dirección!

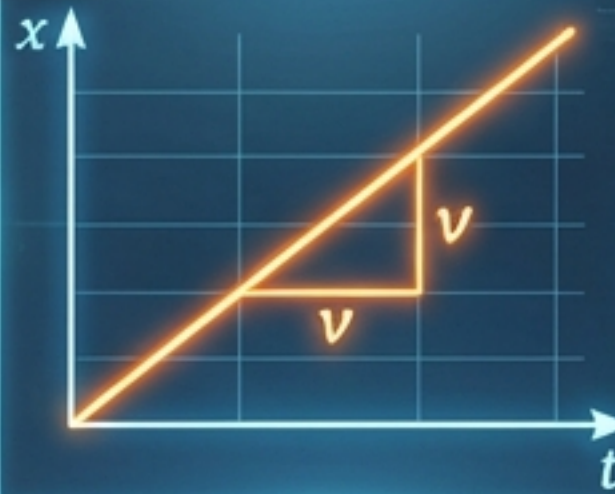
Posición: $r = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$

Velocidad: $v = \dot{x}\hat{i} + \dot{y}\hat{j} + \dot{z}\hat{k}$

Como \hat{i} , \hat{j} , \hat{k} son constantes, derivar es simple: solo derivamos las componentes escalares.

$$v = \dot{x}\hat{i} + \dot{y}\hat{j} + \dot{z}\hat{k}$$

Si nos movemos en una sola línea, es **Movimiento Rectilíneo**. ¡Solo cambia una coordenada!



DATO: La pendiente del gráfico posición-tiempo es la velocidad ($v = dx/dt$).

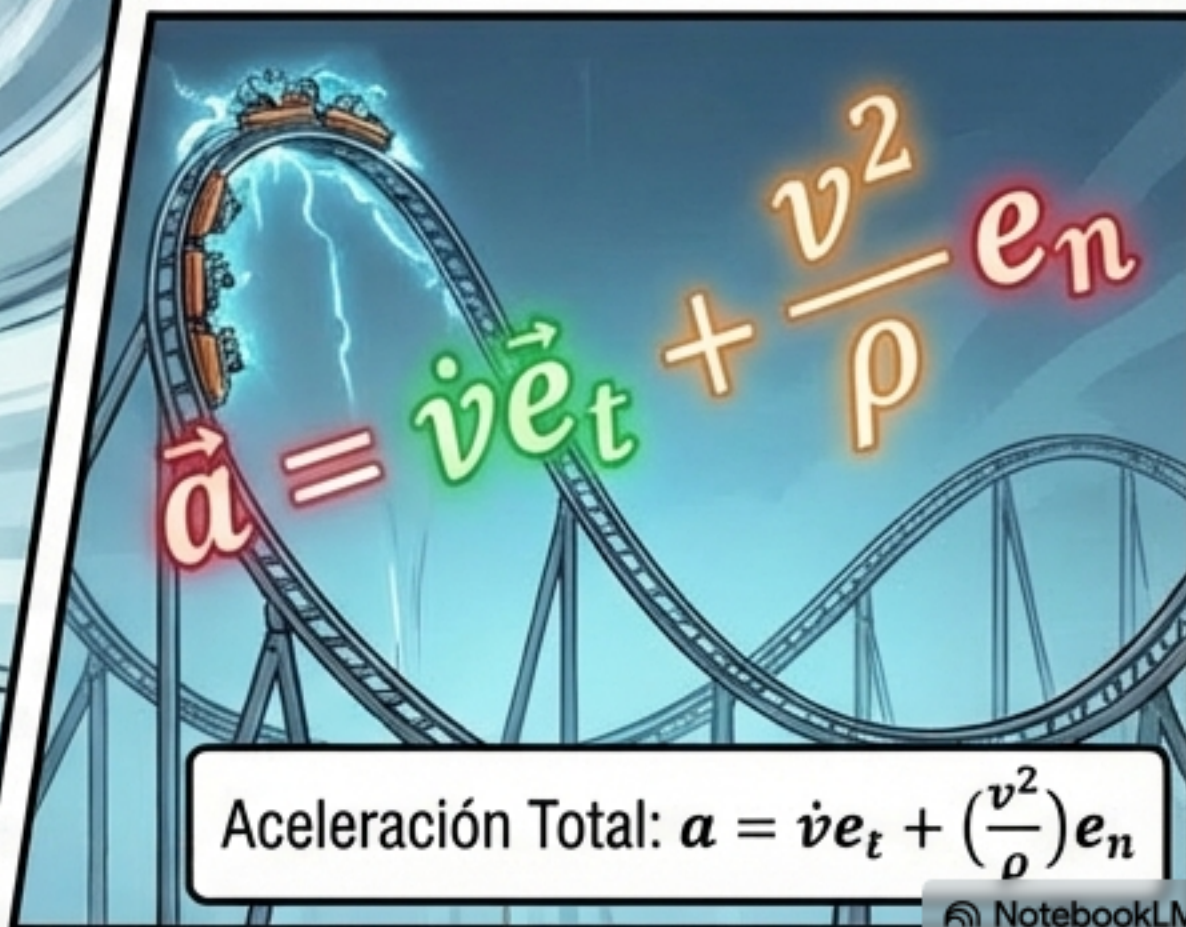
COORDENADAS NATURALES (INTRÍNSECAS)

¡A veces los ejes X e Y no ayudan! Es mejor usar la propia **trayectoria** como guía. ¡Coordenadas Naturales!

¡Cadete!
Mi rapidez en esta curva es constante (velocímetro fijo). ¿Significa que mi aceleración es **CERO**?

¡Error! ¡Siento la fuerza! Existe **aceleración normal** (v^2/ρ) siempre que cambiamos de dirección.

¡G-FORCE!



COORDENADAS CILÍNDRICAS

Para movimientos con rotación y altura, usamos radio (r), ángulo (θ) y altura (z). ¡Coordenadas Cilíndricas!



¡Cuidado! Aquí los vectores unitarios NO son constantes. ¡Giran junto con la partícula!



$$\frac{d\vec{e}_r}{dt} = \dot{\theta} e_\theta \cdot \vec{n}$$
$$= \frac{\dot{\theta}}{r} \vec{r} + \vec{e}_\theta$$

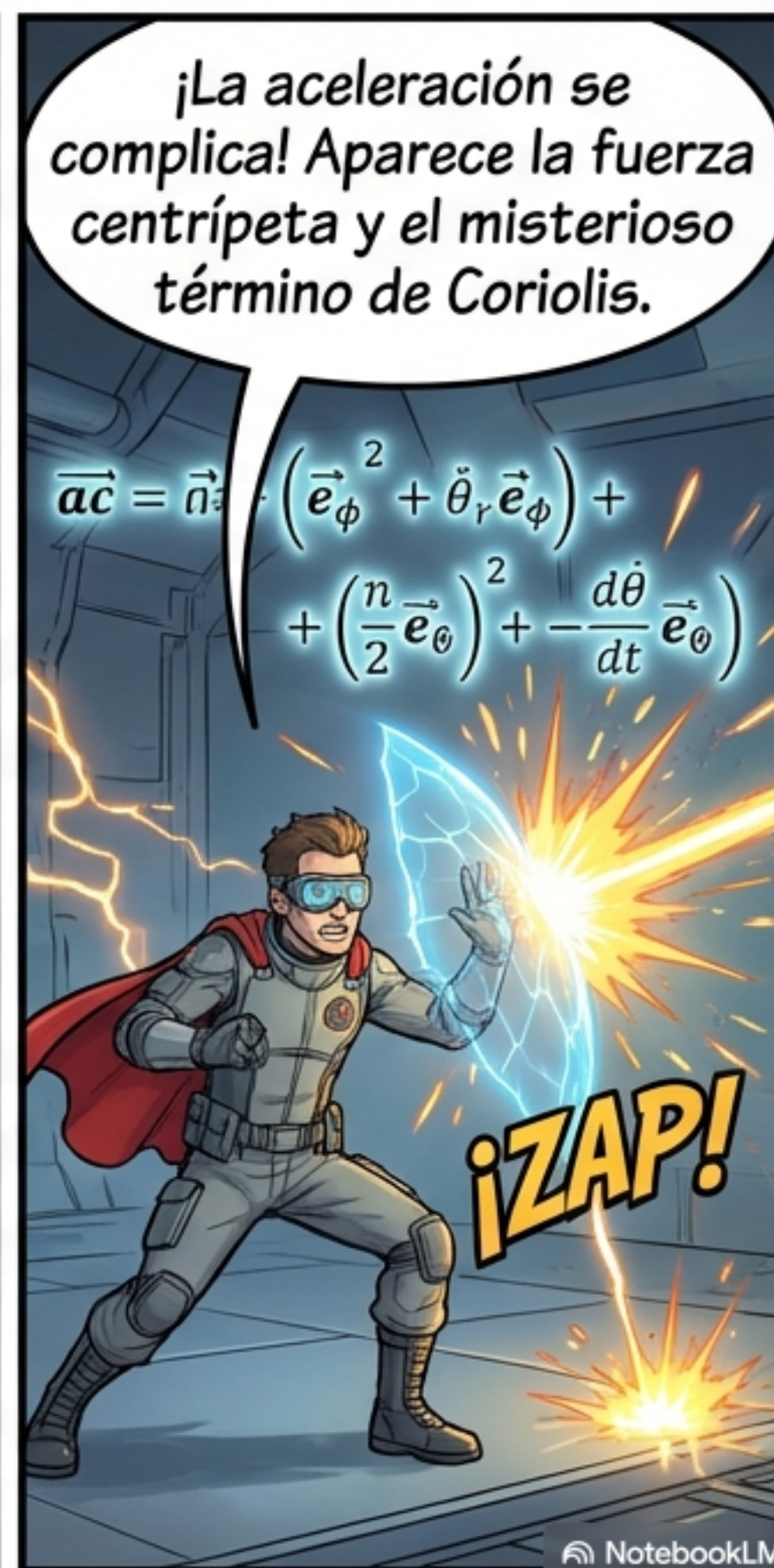
Ojo al dato: $\dot{e}_r = \dot{\theta} e_\theta$. La rotación genera componentes transversales.



¡La aceleración se complica! Aparece la fuerza centrípeta y el misterioso término de Coriolis.

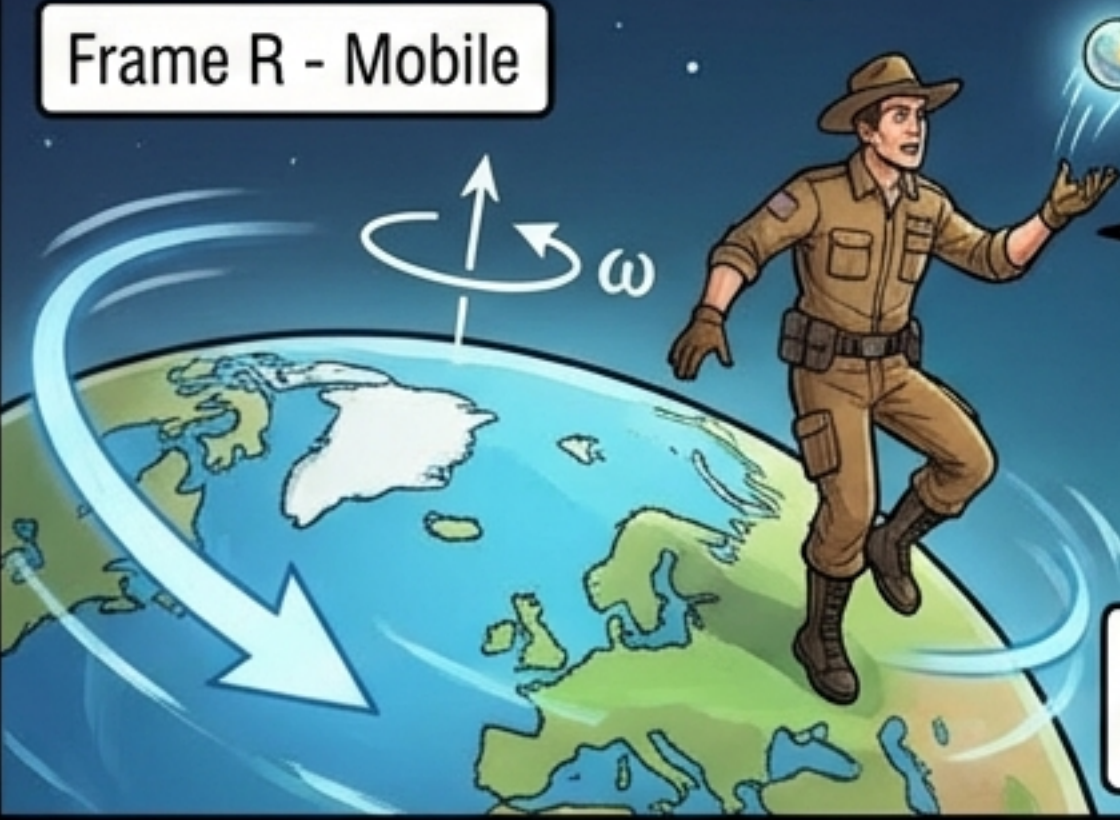
$$\vec{a}_c = \vec{n} \left[\left(\vec{e}_\phi^2 + \dot{\theta}_r \vec{e}_\phi \right) + \left(\frac{n}{2} \vec{e}_\theta \right)^2 + -\frac{d\dot{\theta}}{dt} \vec{e}_\theta \right]$$

¡ZAP!



MOVIMIENTO RELATIVO Y CORIOLIS

Frame R - Mobile

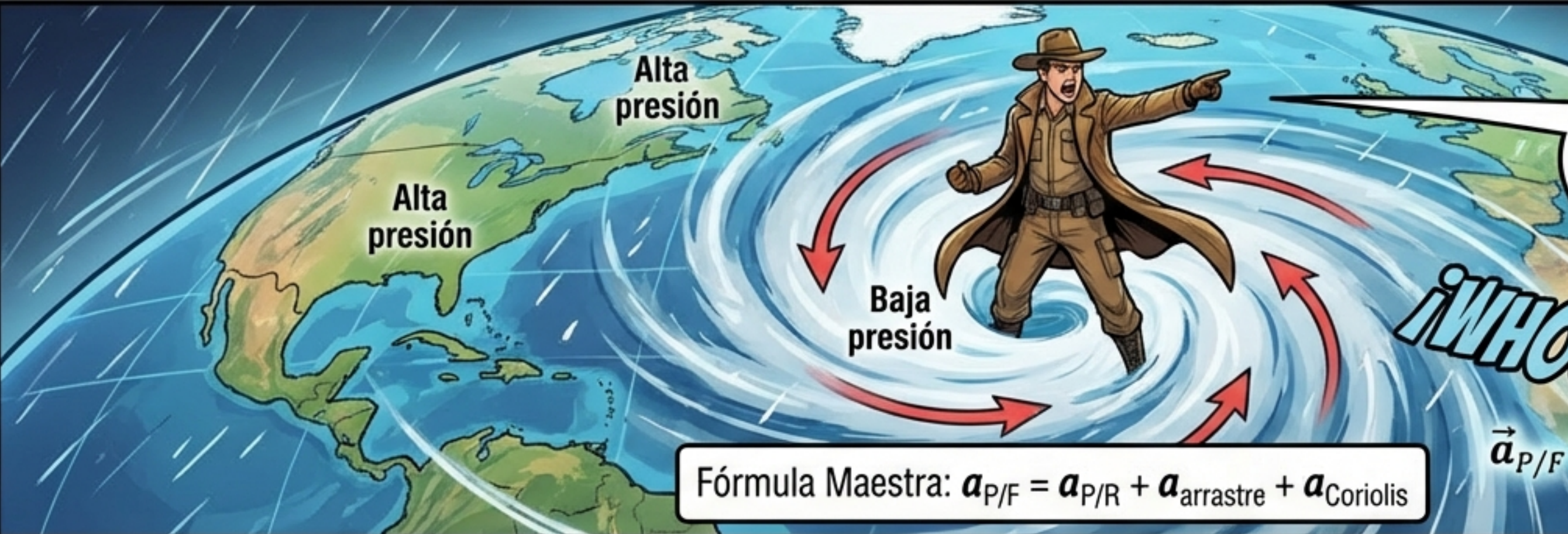


A veces analizamos movimientos desde un marco que también se mueve.
¡Velocidad Absoluta = Relativa + Arrastre!

Frame F - Fixed



TEOREMA: La derivada en el marco fijo incluye la rotación del marco móvil ($\omega \times \vec{Q}$).



¡Aquí nace la **Aceleración de Coriolis** ($2\omega \times v_{rel}$)! Es la "fuerza fantasma" que desvía vientos y proyectiles debido a la rotación.

¡WHOOSH!

Fórmula Maestra: $\mathbf{a}_{P/F} = \mathbf{a}_{P/R} + \mathbf{a}_{arrastre} + \mathbf{a}_{Coriolis}$

$$\vec{a}_{P/F} = \vec{a}/\vec{e}_P + \frac{\dot{\theta}}{dt} + \vec{e}_\phi + \left(\frac{d\theta_\theta}{dt}\right)$$

Has sobrevivido a las derivadas y dominado los marcos de referencia. No importa qué coordenadas elijas, ¡la física es la misma! Estás listo para el siguiente nivel: ¡La Cinética!

iBOOM!

DOMINIO
CINEMÁTICO

FIN DEL CAPÍTULO 1: CINEMÁTICA DE LA PARTÍCULA.