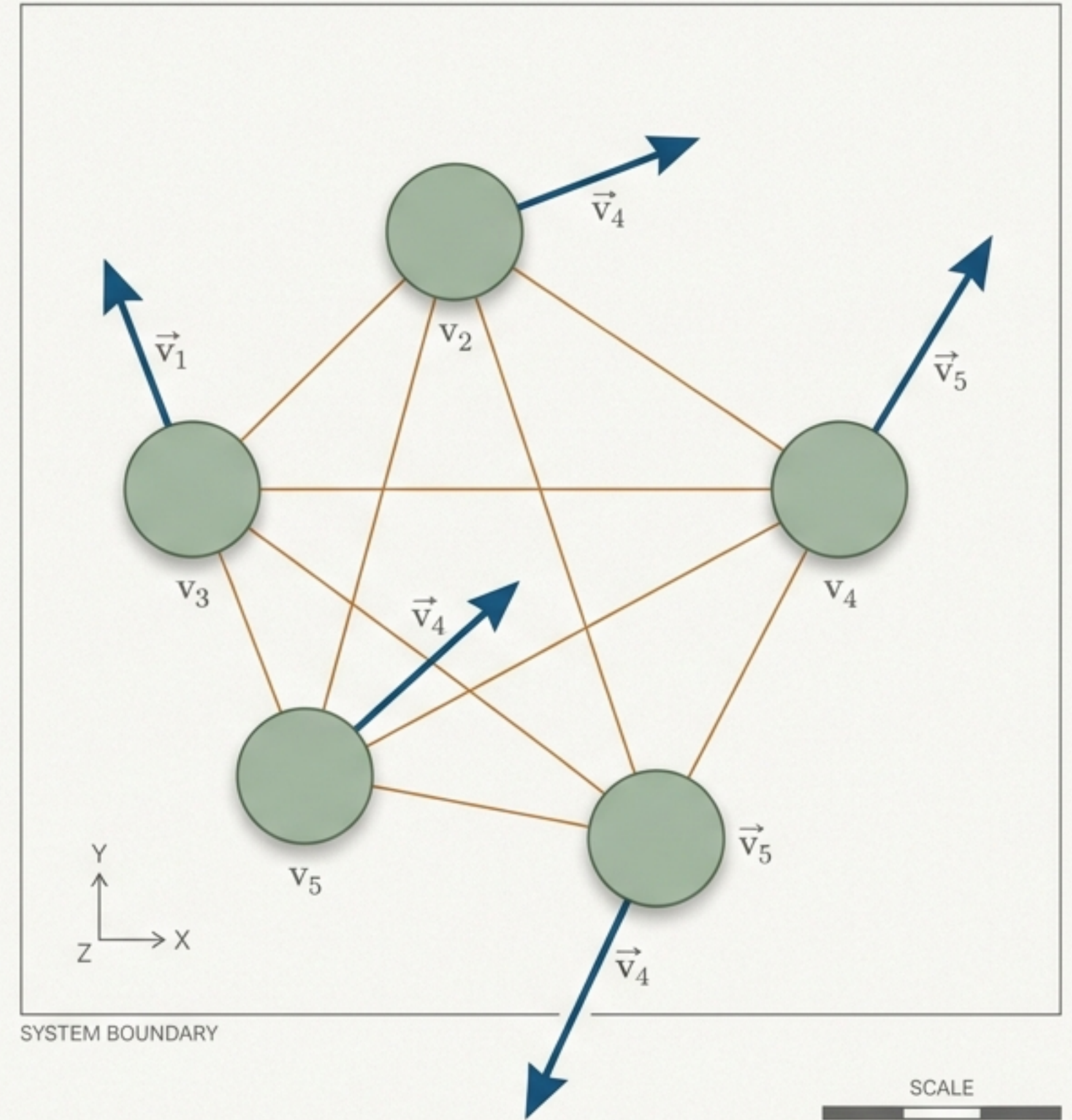


# Trabajo y Energía Cinética

Un marco analítico para sistemas de partículas.

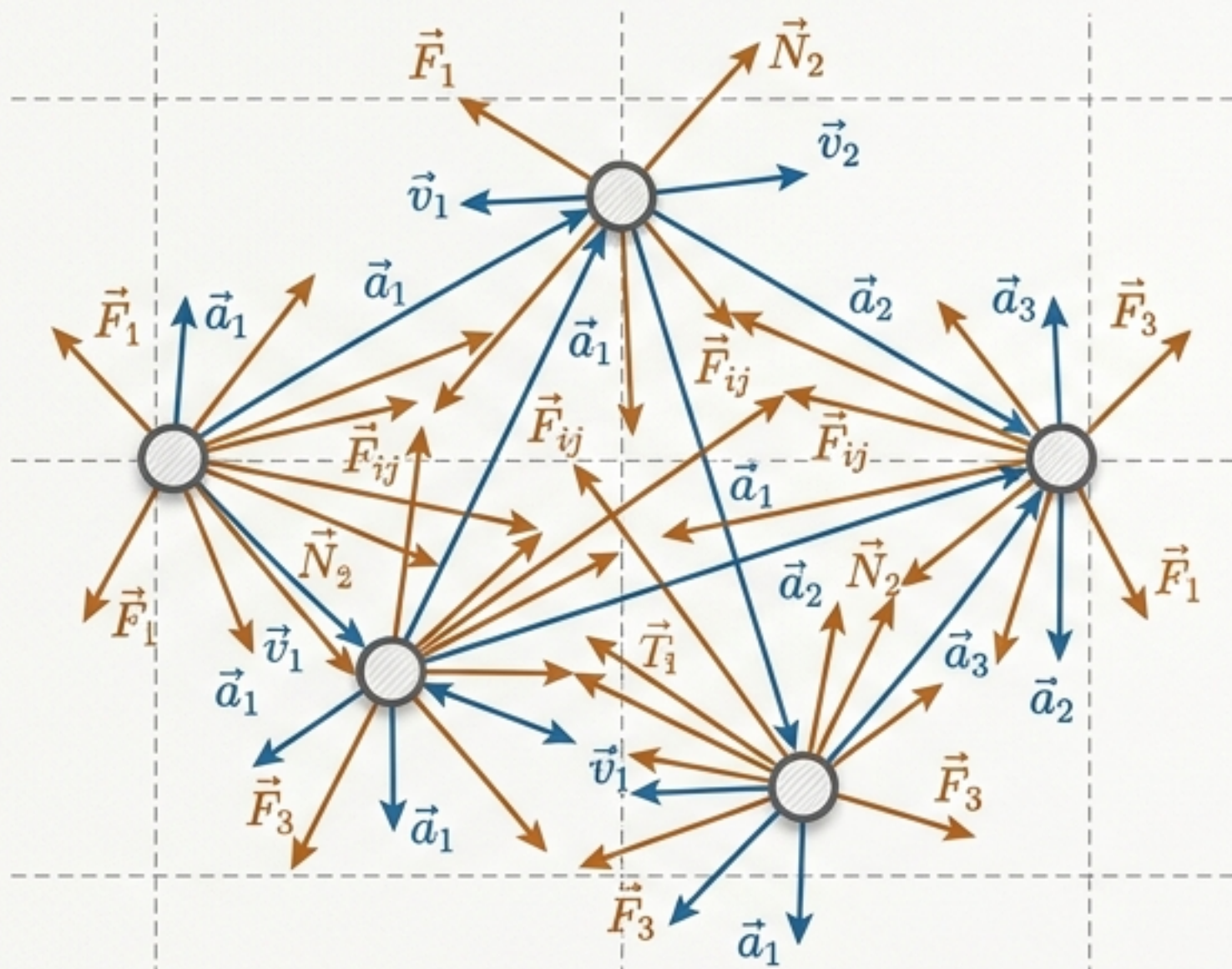
De la complejidad vectorial a la elegancia escalar.



## El Enfoque Vectorial (Leyes de Newton)

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

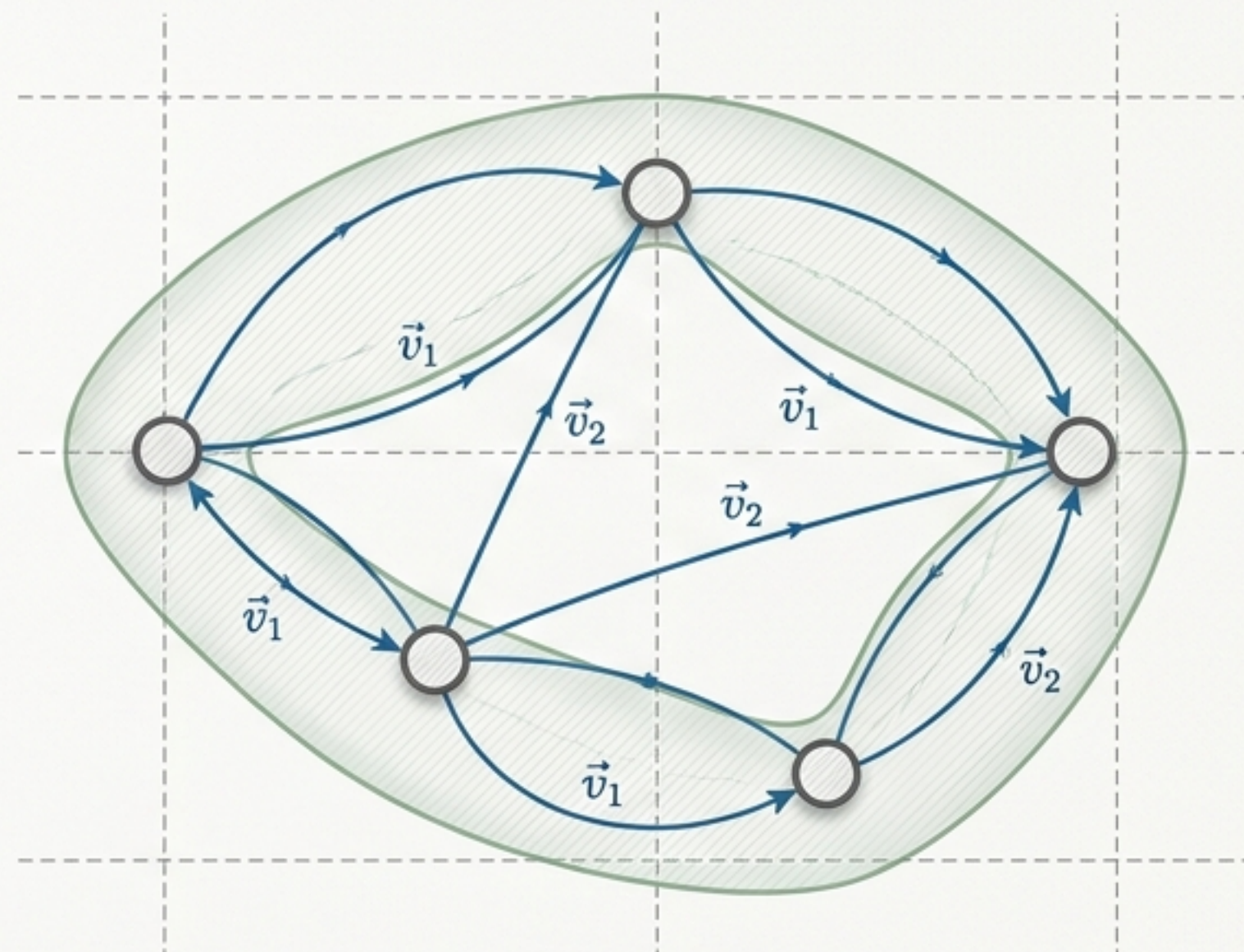
(Complejo, depende de la dirección, rastrea cada interacción)



## El Enfoque Escalar (Energía)

$$W = \Delta T$$

(Elegante, independiente de la trayectoria, enfocado en estados iniciales y finales)



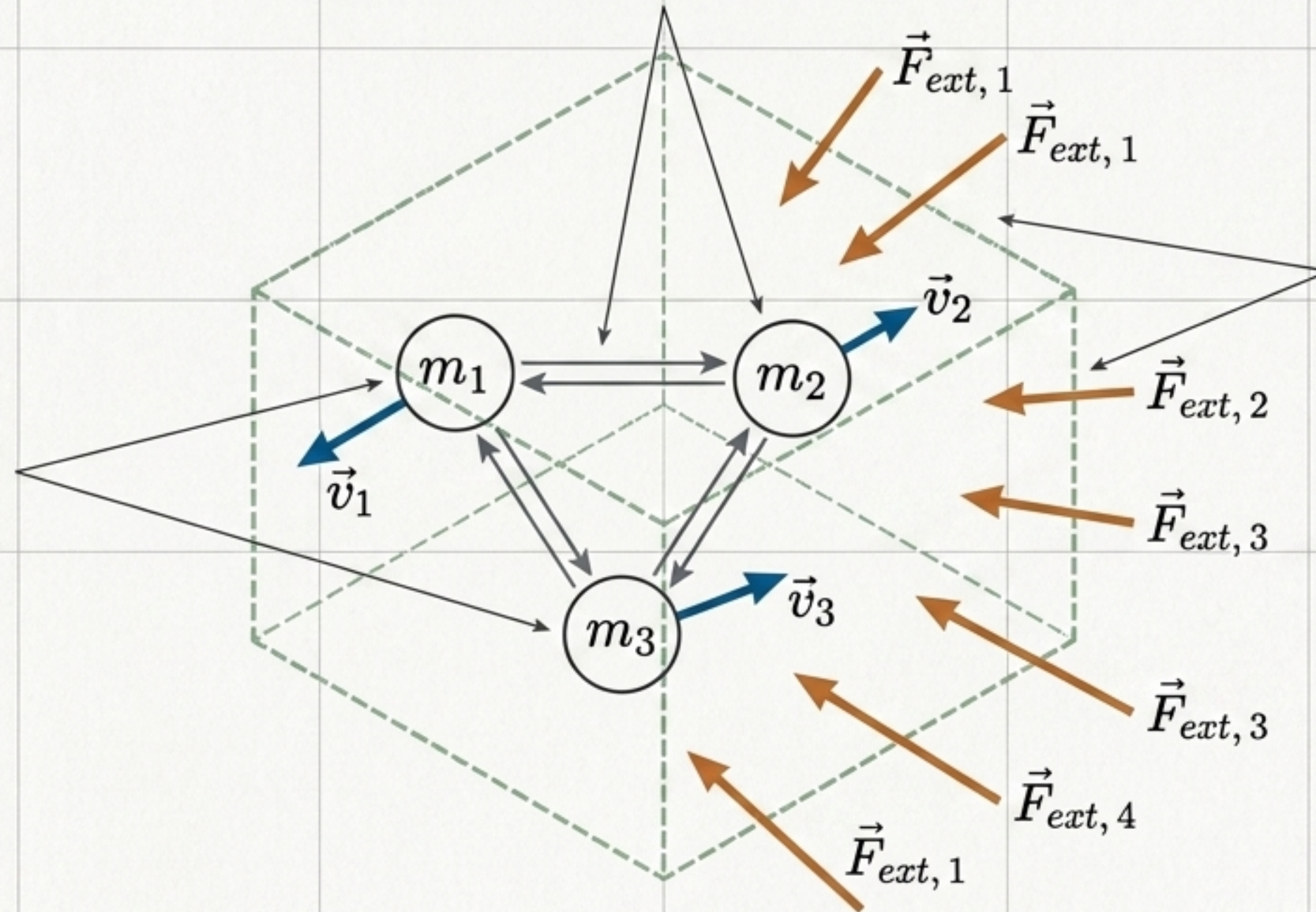
Los métodos de energía transforman el cálculo vectorial complejo en álgebra escalar intuitiva.

# Anatomía del Sistema

## 2. Fuerzas Internas

Fuerzas de interacción dentro del límite del sistema (ej. tensión, resortes).

**1. Las Partículas**  
Masas individuales con velocidades específicas.



**3. Fuerzas Externas**  
Fuerzas aplicadas desde el entorno.

$$T = \sum \frac{1}{2} m_i |\vec{v}_i|^2$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2$$

$$\frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

$$\frac{1}{2} m_3 v_3^2$$



$$\text{Energía Cinética Total } (T_{total})$$

Sistemas de  
Coordenadas

Cartesianas:

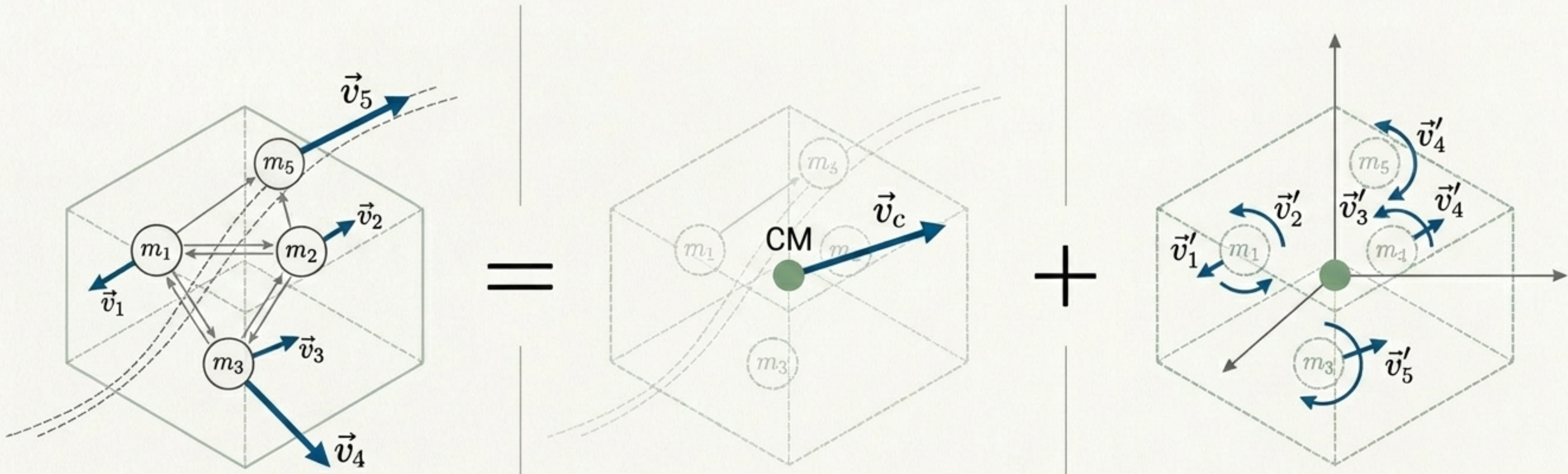
$$\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2$$

Cilíndricas:

$$\dot{R}^2 + R^2 \dot{\theta}^2 + \dot{z}^2$$

Esféricas:

$$\dot{r}^2 + r^2 \dot{\theta}^2 + r^2 \dot{\phi}^2 \cos^2 \theta$$



Energía Cinética Total  
( $T$ )

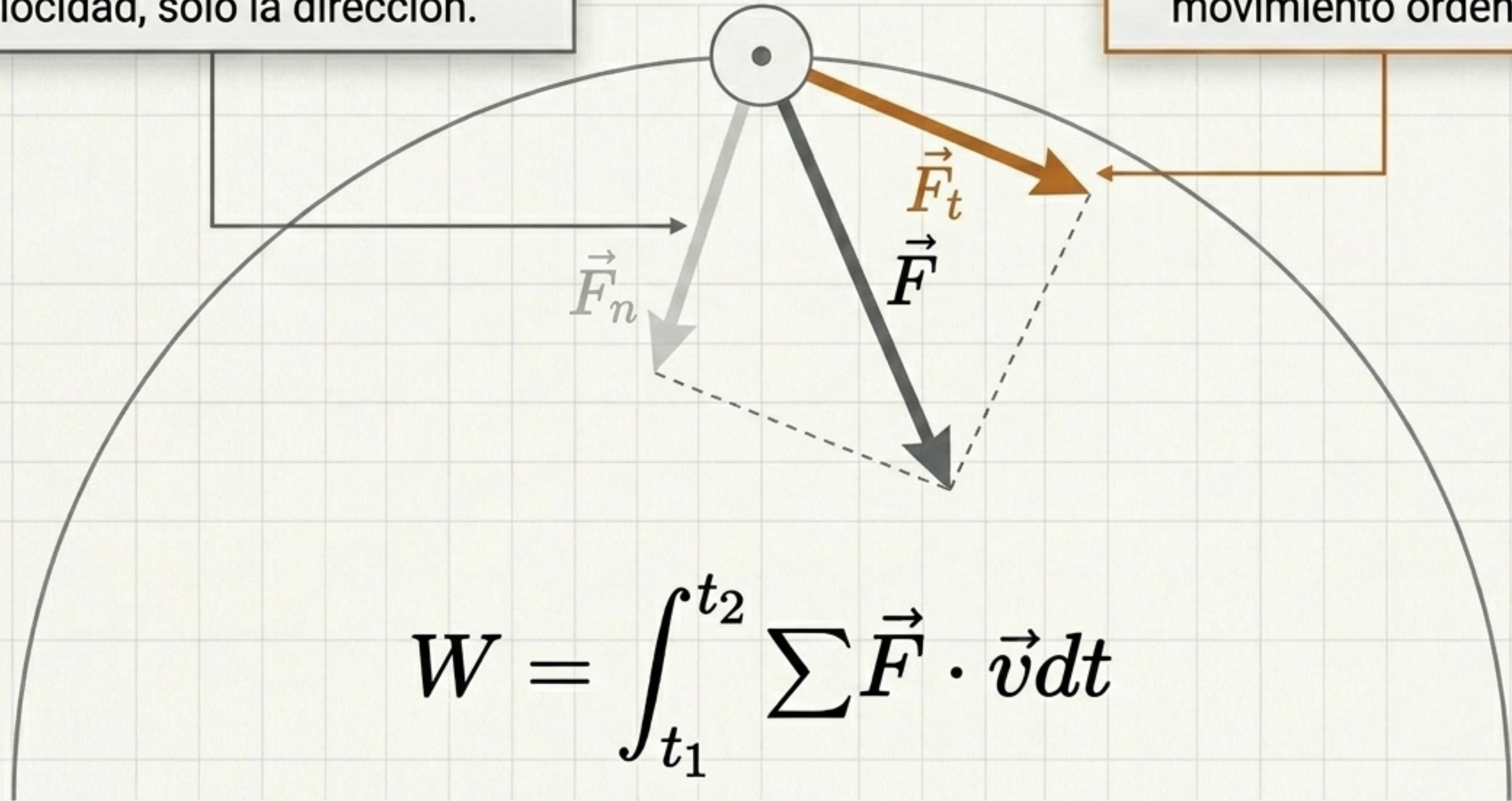
Traslación del Centro de  
Masa ( $\frac{1}{2}m|\vec{v}_c|^2$ )

Movimiento Interno Relativo  
( $\sum \frac{1}{2}m_i|\vec{v}'_i|^2$ )

El movimiento de un sistema siempre puede desacoplarse en su trayectoria global y su agitación interna.

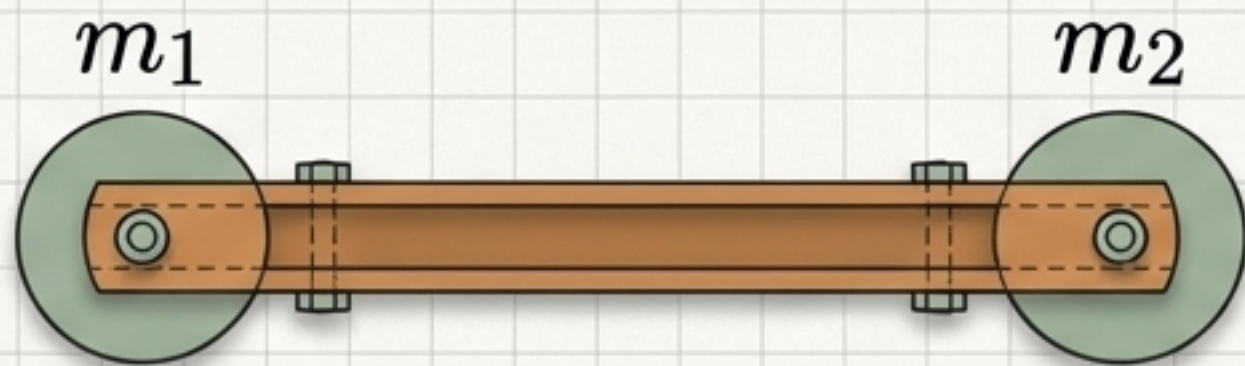
Componente Normal = Cero Trabajo.  
No altera la magnitud de la  
velocidad, solo la dirección.

Componente Tangencial =  
Produce Trabajo. Genera  
movimiento ordenado.



$$W = \int_{t_1}^{t_2} \sum \vec{F} \cdot \vec{v} dt$$

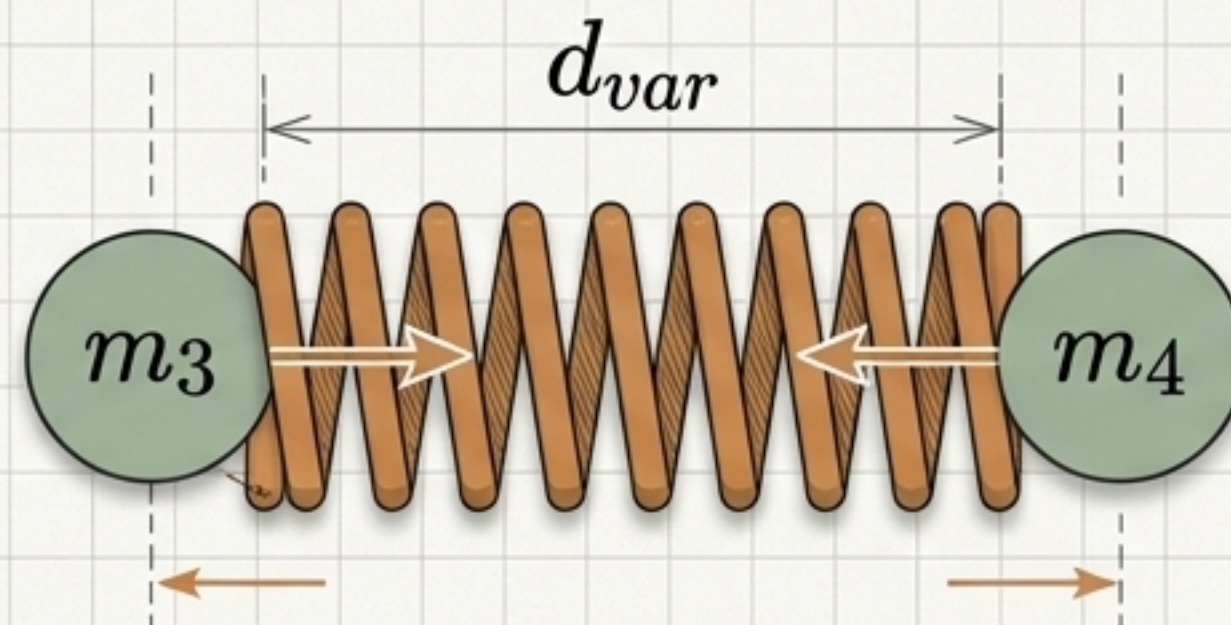
## Cuerpo Indeformable / Rígido



Distancia relativa constante.  
El trabajo de las fuerzas internas de acción y reacción se anula.

$$W_{int} = 0$$

## Cuerpo Deformable



Distancia relativa variable.  
Las fuerzas internas sí generan desplazamientos relativos.

$$W_{int} \neq 0$$

$$\sum W = \Delta T$$
$$(W = T_2 - T_1)$$

### Trabajo Total

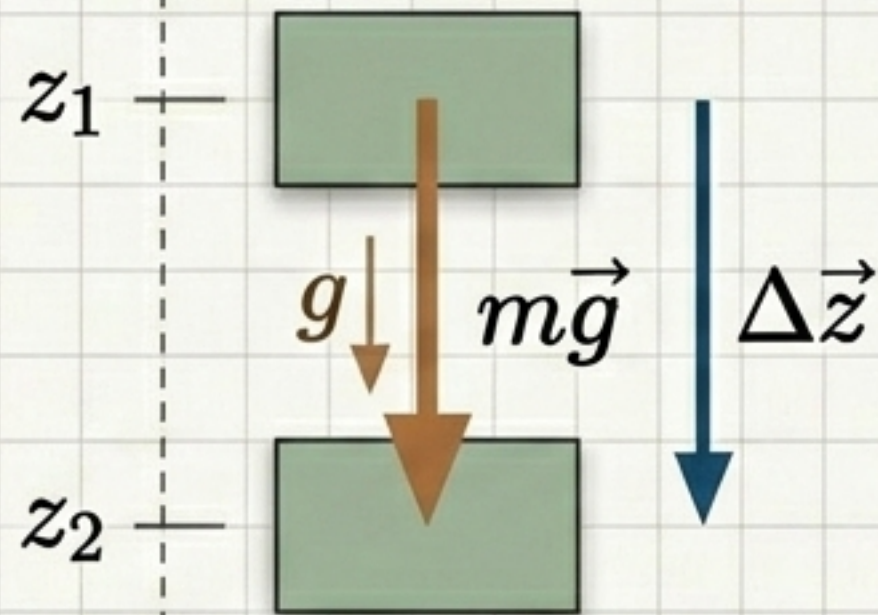
La suma del trabajo realizado por TODAS las fuerzas (externas e internas) entre dos instantes.

### Cambio en Energía Cinética

La variación de la energía de movimiento del sistema.

**El Principio Fundamental:** El trabajo mecánico es el mecanismo por el cual el universo transfiere energía cinética.

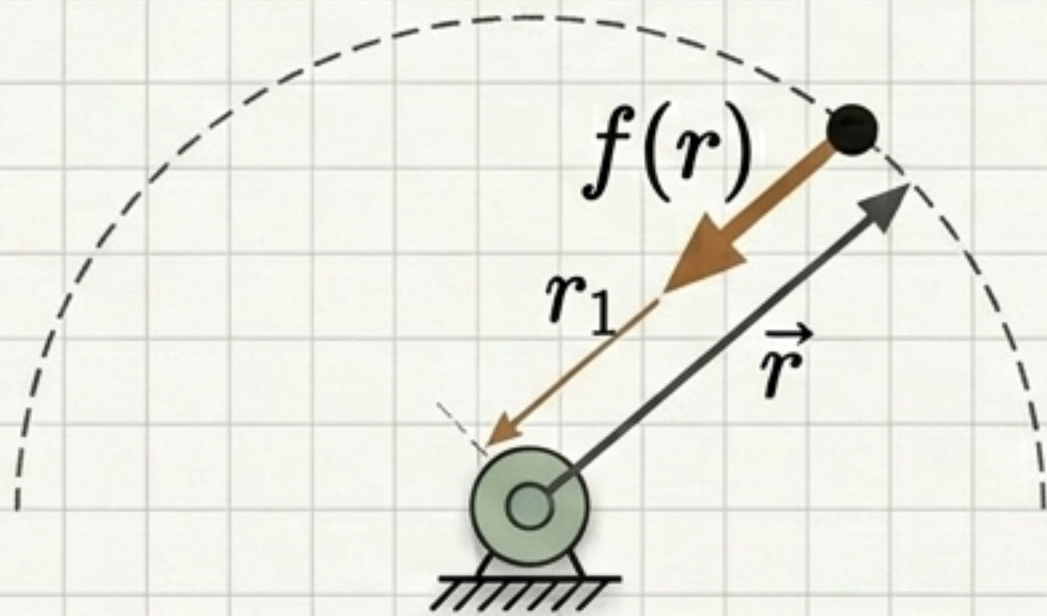
## Fuerza Constante (Gravedad Terrestre)



$$W = -(\text{peso}) \times (\Delta z) = -mg(z_2 - z_1)$$

**Nota:** El trabajo depende únicamente del desplazamiento vertical.






## Fuerza Central (Gravedad Universal)

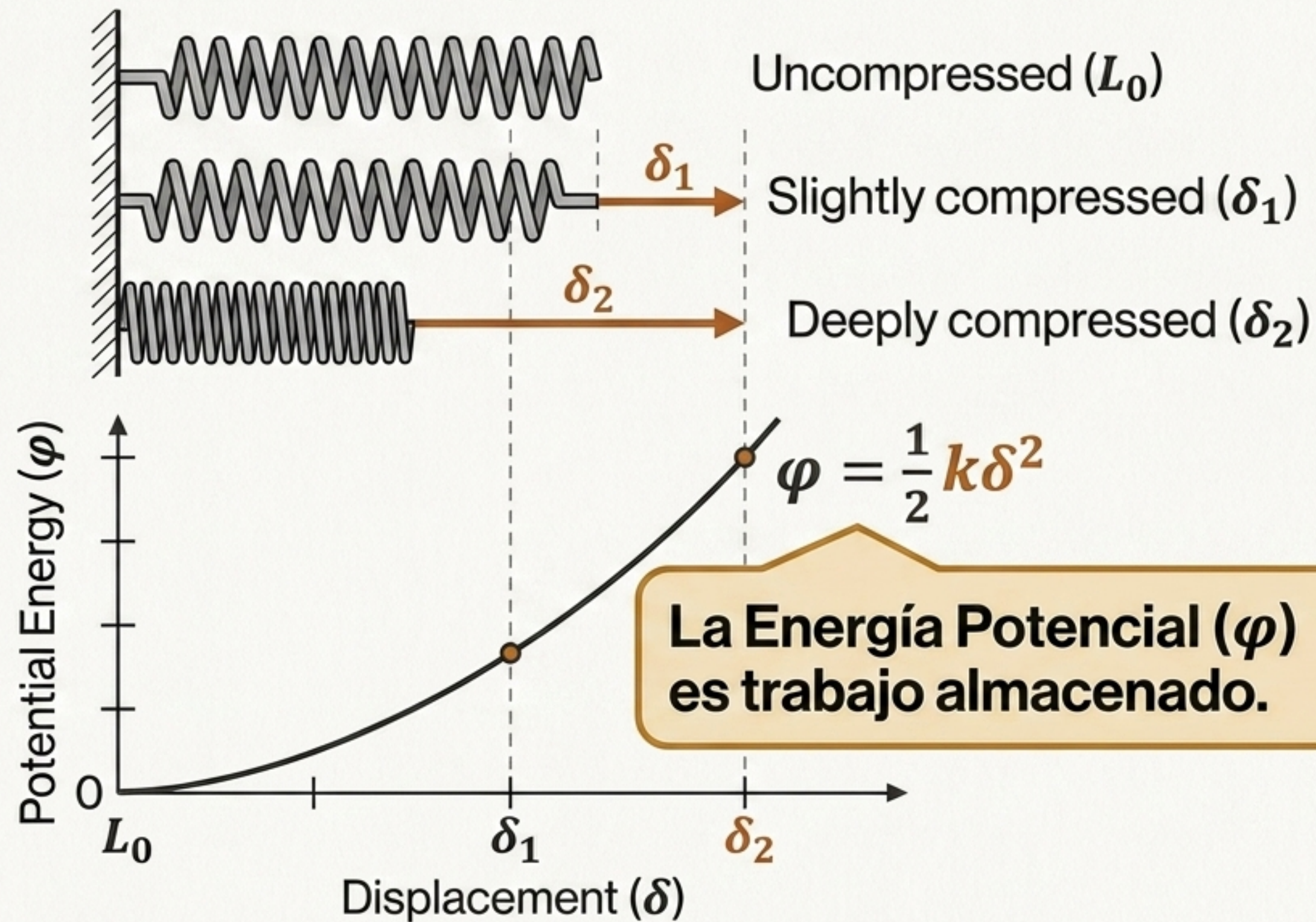


$$W = \int_{r_1}^{r_2} f(r) dr$$

**Nota:** La línea de acción siempre pasa por un punto fijo.

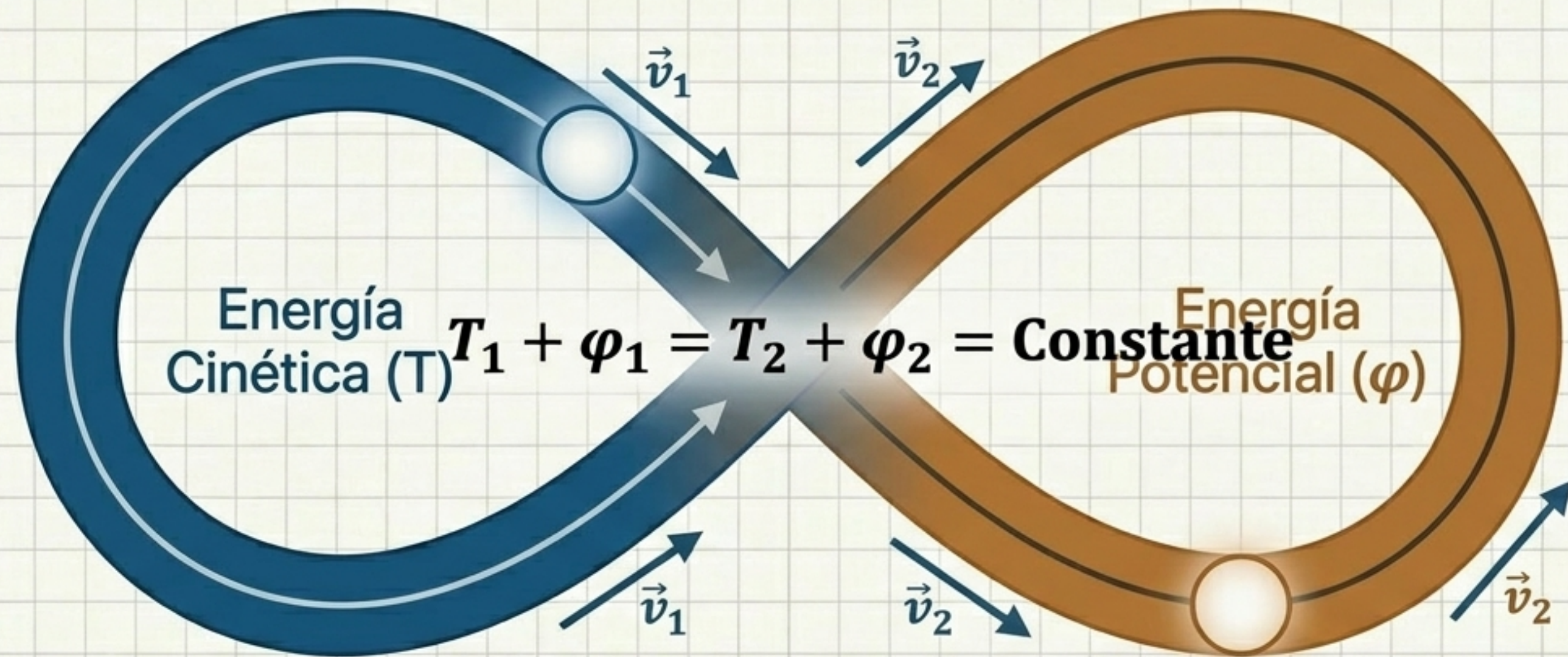
# Matriz de Diagnóstico: Fuerzas Conservativas vs. No Conservativas

	¿Depende de la Trayectoria?	¿Tiene Energía Potencial ( $\phi$ )?	¿Se "pierde" energía del sistema?
Fuerzas Conservativas (Gravedad, Resortes)	<b>NO.</b> Solo importan los puntos de inicio y fin. 	<b>SÍ.</b> 	<b>NO.</b> Se transforma y se conserva. 
Fuerzas No Conservativas (Fricción, Tensión aplicada)	<b>SÍ.</b> La ruta exacta altera el cálculo. 	<b>NO.</b>	<b>SÍ.</b> Disipada en forma de calor o deformación. 



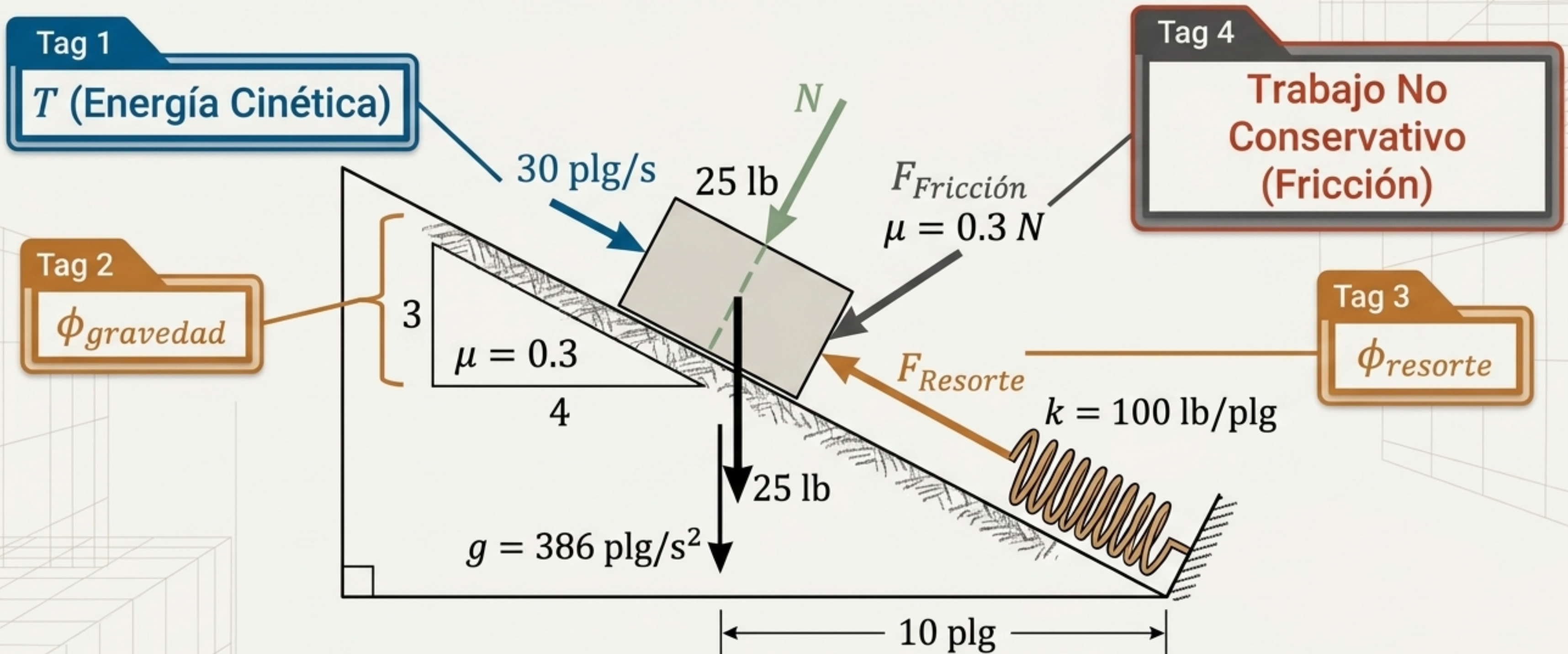
$$W = -(\varphi_2 - \varphi_1) = -\frac{1}{2} k (\delta_2^2 - \delta_1^2)$$

# Conservación de la Energía Mecánica (E)



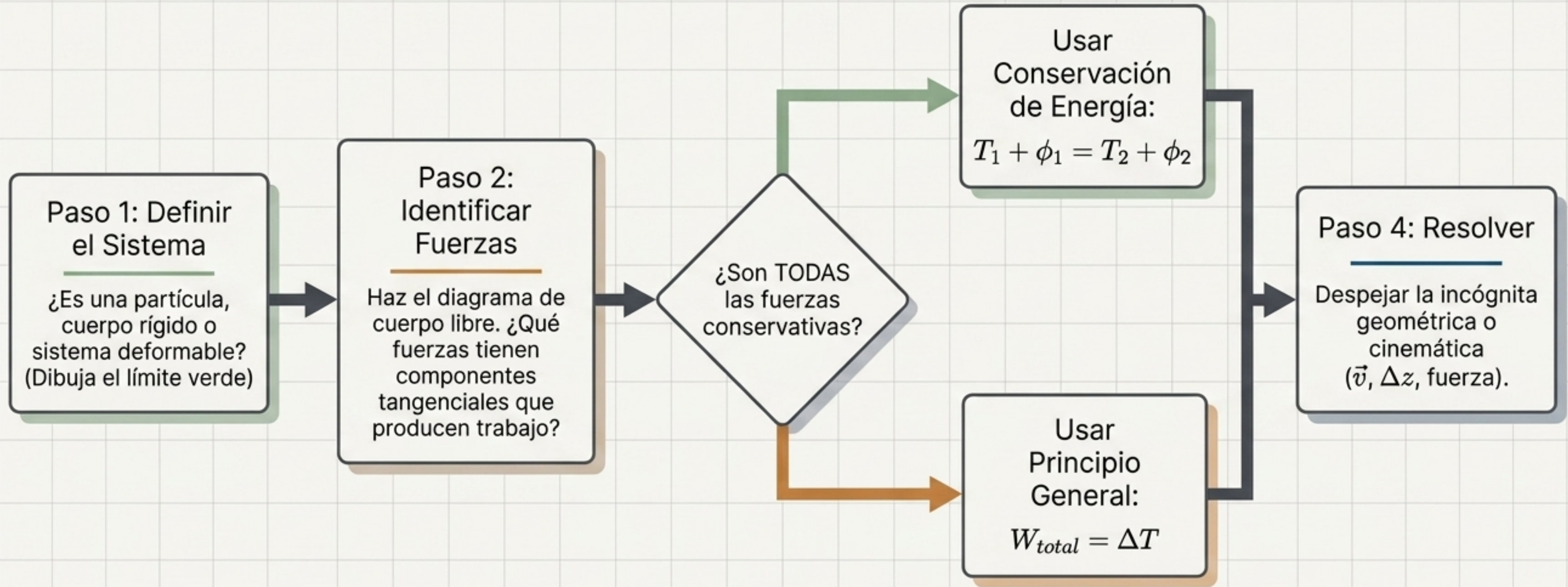
**Condición Estricta:** Válido ÚNICAMENTE cuando todas las fuerzas actuantes son conservativas.

# Aplicación Práctica: Balance de Energía en Sistemas con Fricción



**De la Teoría a la Práctica:** En sistemas reales, el trabajo de la **fricción** drena energía del balance ideal entre  $T$  y  $\phi$ .

# El Flujo de Resolución de Problemas



# Resumen de Variables Clave

T (Energía Cinética)	W (Trabajo)
$\sum \frac{1}{2} m_i v_i^2$ <p>La energía absoluta de movimiento del sistema.</p>	$\int F \cdot v dt$ <p>Transferencia mecánica de energía mediante fuerzas tangenciales.</p>
$\phi$ (Energía Potencial)	El Sistema
$\phi_{\text{grav}} = mgz \quad \phi_{\text{res}} = \frac{1}{2} k \delta^2$ <p>Trabajo conservativo almacenado geoméricamente.</p>	<p>General: <math>W = \Delta T</math> Conservativo: <math>T + \phi = C</math> El marco de balance unificado.</p>

La energía no simplifica la física; revela su simetría subyacente.