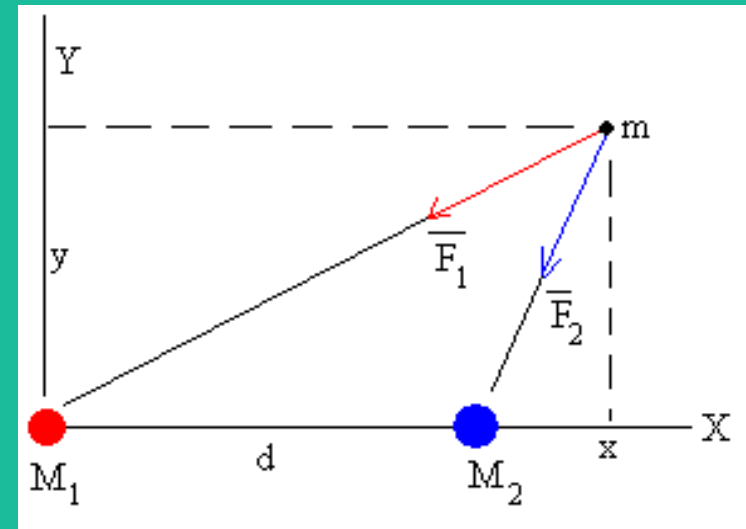
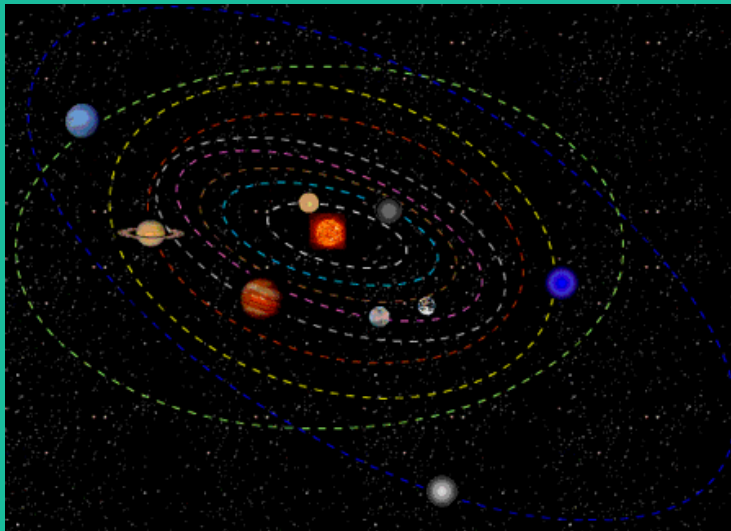


# Cálculo Científico: El problema gravitacional de $N$ cuerpos.



Ramiro Canario.

Javier Fernández.

[github.com/javier-a-agustin/tp-final-Introduccion-a-la-Concurrencia-2020](https://github.com/javier-a-agustin/tp-final-Introduccion-a-la-Concurrencia-2020)

[javier-a-agustin.github.io/tp-final-Introduccion-a-la-Concurrencia-2020/](https://javier-a-agustin.github.io/tp-final-Introduccion-a-la-Concurrencia-2020/)

# Introducción

- En el universo existen distintos cuerpos: estrellas, materia negra, nubes de polvo, etc.
- Cada cuerpo cuenta con diferentes propiedades: masa, velocidades, fuerzas y direcciones de movimiento. Estas propiedades se ven afectadas por todos los demás cuerpos existentes.

# Objetivo

- Simular la evolución de una galaxia.
- Para la simulación, se calcularán fuerzas, velocidades y posiciones de cada cuerpo en cada iteración.
- Cada iteración representa un  $\Delta T$ , siendo  $\Delta T$  un valor X de tiempo.

# Algunas formulas

- Magnitud de fuerza gravitacional entre dos cuerpos.

$$F = (G m_i m_j) / r^{**2}$$

$$G = \text{Gravedad} = 6.67e-11$$

$m_i, m_j$  = masas de los cuerpos

$r$  = espacio entre los dos cuerpos

Como la simulación es en 2 dimensiones, la distancia está dada por

$$\sqrt{(p_i \cdot x - p_j \cdot x)^2 + (p_i \cdot y - p_j \cdot y)^2}$$

- Las fuerzas gravitacionales en un cuerpo hacen que este se mueva y se acelere.
- La relación entre masa, fuerza y aceleración esta dada por:  
$$F = m \cdot a$$
- La aceleración de un cuerpo esta dada por el total de las fuerzas en el cuerpo dividido por su masa.
- $dvi = ai dt$

- El cambio de posición de un cuerpo es la integral de su velocidad y aceleración sobre el intervalo de tiempo  $dt$ .
- $dpi =$   
 $vi \, dt + ((ai/2) * dt^{**2}) =$   
 $(vi + (dvi/2))dt$
- Esquema leapfrog. Mitad velocidad vieja y mitad velocidad nueva.

# Resumiendo

- Magnitud de fuerza gravitacional entre dos cuerpos:

$$F = (G m_i m_j) / r^{**2}$$

- Distancia entre dos cuerpos

$$\sqrt{(p_i \cdot x - p_j \cdot x)^2 + (p_i \cdot y - p_j \cdot y)^2}$$

- Velocidad

$$dvi = ai \, dt$$

- Cambio de posición de un cuerpo

$$dpi = vi \, dt + ((ai/2) * dt^{**2}) = (vi + (dvi/2))dt$$

# Lógica general



```
1 initialize bodies;  
2 for [time = start to finish by DT] {  
3     calculate forces;  
4     move bodies;  
5 }
```



## Rendimiento con 2 CPUs



## Rendimiento con 4 CPUs



## Rendimiento con 6 CPUs

