**4.-Discutir los resultados según el cambio de pasos de integración y los gráficos de las órbitas**

Cambiar los valores de N y dt afectará la precisión y el tiempo de ejecución de la simulación de órbita:

1. Cambio en N (Número de pasos de integración):
   * Si se aumenta el valor de N, la simulación tendrá más pasos de tiempo y, en general, será más precisa.
   * Si se disminuye el valor de N, la simulación tendrá menos pasos de tiempo y será menos precisa, pero la ejecución será más rápida.
2. Cambio en dt (Paso de tiempo):
   * Si se aumenta el valor de dt, la simulación avanzará en intervalos de tiempo más grandes. Esto puede hacer que la simulación sea menos precisa.
   * Si se disminuye el valor de dt, la simulación avanzará en intervalos de tiempo más pequeños, lo que puede aumentar la precisión de la simulación, pero también prolongará el tiempo de cálculo.

Si se quiere una simulación más precisa, hay que aumentar N y/o disminuir dt; sin embargo, un aumento en la precisión generalmente viene acompañado de un aumento en el tiempo de cálculo; por tanto, hay que encontrar un equilibrio en términos de precisión y tiempo de ejecución.

El error en los métodos numéricos de integración depende de varios factores, incluyendo el tamaño del paso de tiempo, el número de pasos de integración, la naturaleza de las ecuaciones del problema y las condiciones iniciales. Para los métodos usados se explica su error:

1. **Método de Euler:**

El método de Euler es de primer orden en el tiempo, lo que significa que su error global disminuye linealmente al disminuir dt.

El error global acumulado aumenta a medida que se incrementa N, ya que cada paso de tiempo contribuye al error acumulado.

1. **Método de Crank-Nicolson:**

El método de Crank-Nicolson es de segundo orden en el tiempo, lo que significa que su error global disminuye cuadráticamente al disminuir dt.

Es menos susceptible a errores acumulativos en comparación con el método de Euler.

1. **Método de Runge-Kutta de cuarto orden (RK4):**

RK4 es de cuarto orden en el tiempo y, por lo tanto, su error global disminuye de manera más rápida al disminuir dt en comparación con el método de Euler y Crank-Nicolson.

Gráfico

Descripción generada automáticamente

*N=10 pasos de integración y mismo dt=0.01*

Gráfico, Gráfico de dispersión

Descripción generada automáticamente

*N=100 pasos de integración y mismo dt=0.01*

Forma, Círculo

Descripción generada automáticamente

*N=1000 pasos de integración y mismo dt=0.01*

Imagen que contiene Forma

Descripción generada automáticamente

*N=1000 pasos de integración y mismo dt=0.01*