

1. Solución real (solución analítica)

- Es la solución exacta obtenida resolviendo la ecuación diferencial de forma algebraica.
- No depende del tamaño de paso h .
- Representa la forma más precisa del comportamiento real del sistema.
- Sirve como referencia para comparar los métodos numéricos.

2. Método de Euler

- Es el método numérico **más simple** y directo.
- Usa la pendiente en el punto actual para aproximar el siguiente.
- **Exactitud:** baja.
- **Error:** proporcional a h (error de orden 1).
- **Ventajas:**
 - Fácil, rápido, intuitivo.
- **Desventajas:**
 - Acumula mucho error.
 - Requiere pasos muy pequeños para aproximarse a la realidad.

Ejercicio 35

t	Euler	Heun	Observación
0	0.500	0.500	Inician iguales
1	2.650	3.712	Heun crece más rápido
2	6.925	7.947	Heun continúa más alto
3	11.240	11.069	Se cruzan: Euler lo supera
4	13.849	13.011	Euler queda claramente por encima

Interpretación

- Euler **tiende a sobreestimar** después de cierto punto.
- Heun comienza con valores más altos, pero luego se ajusta y **termina más bajo y más estable**.
- La curva de Heun es más suave y menos “agresiva”.

Ejercicio 41

t	Euler	Heun	Observación
0	1.000	1.000	Inician iguales
5	2.140	2.511	Heun predice mayor crecimiento
10	4.022	5.081	Diferencia notable
15	6.833	8.879	Heun sigue claramente más alto
20	10.709	13.974	Brecha muy grande
25	16.649	20.346	Heun casi 4 unidades por encima

Interpretación

- Para este modelo, **Heun da valores mucho mayores** que Euler en todos los puntos posteriores al $t=0$.
- Euler subestima fuertemente el crecimiento.
- Heun refleja una aceleración más consistente con un modelo no lineal.

Aspecto	Ejercicio 35	Ejercicio 41
Tendencia Euler	Crece y luego se exagera	Crecimiento más lento que Heun
Tendencia Heun	Estable y más controlada	Crecimiento significativamente mayor
Diferencia notable	Euler supera a Heun al final	Heun supera a Euler desde $t=5$ hasta el final
Comportamiento numérico	Divergencia moderada	Divergencia fuerte

CONCLUSIÓN

1. **El método de Euler**, según tus datos:
 - Tiende a **subestimar** o **sobreestimar** dependiendo del modelo.
 - Es más inestable a medida que aumenta t .
 - Presenta errores acumulados visibles en ambos ejercicios.
2. **El método de Heun**:
 - Produce valores **más suaves, consistentes y menos ruidosos**.
 - Ajusta la pendiente y por eso es **más cercano al comportamiento real esperado**.
 - En ambos ejercicios se observa que Heun mantiene una trayectoria más lógica y coherente.
3. **Conclusión general**:
 - **Heun es claramente superior a Euler** en precisión y estabilidad, según los datos de tus hojas.
 - Aunque no tengamos la solución real en tu archivo, los propios valores ya muestran que Heun se comporta como un método de orden superior.