

# APLICACIÓN DEL ATRACTOR DE LORENZ EN LA MODELIZACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Andrea Zamora  
Sebastián Cirkovic



# OBJETIVO GENERAL

Desarrollar y analizar un modelo computacional basado en el Atractor de Lorenz para simular y visualizar patrones de variabilidad climática, con el fin de comprender cómo pequeñas variaciones en las condiciones iniciales pueden influir en la dinámica atmosférica y el clima.

# OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Comprender los Fundamentos del Atractor de Lorenz: Estudiar y explicar las bases matemáticas y físicas del Atractor de Lorenz.
2. Análisis de la Teoría del Caos en el Clima: Investigar cómo el efecto mariposa y la teoría del caos se aplican al clima y sus variaciones.
3. Modelización del Cambio Climático Utilizando el Atractor de Lorenz: Desarrollar un modelo simplificado que utilice las ecuaciones del Atractor de Lorenz para simular aspectos del cambio climático.



# MODELO QUE REPRESENTA EL PROBLEMA

El modelo estándar del Atractor de Lorenz consta de tres ecuaciones diferenciales ordinarias:



Donde:

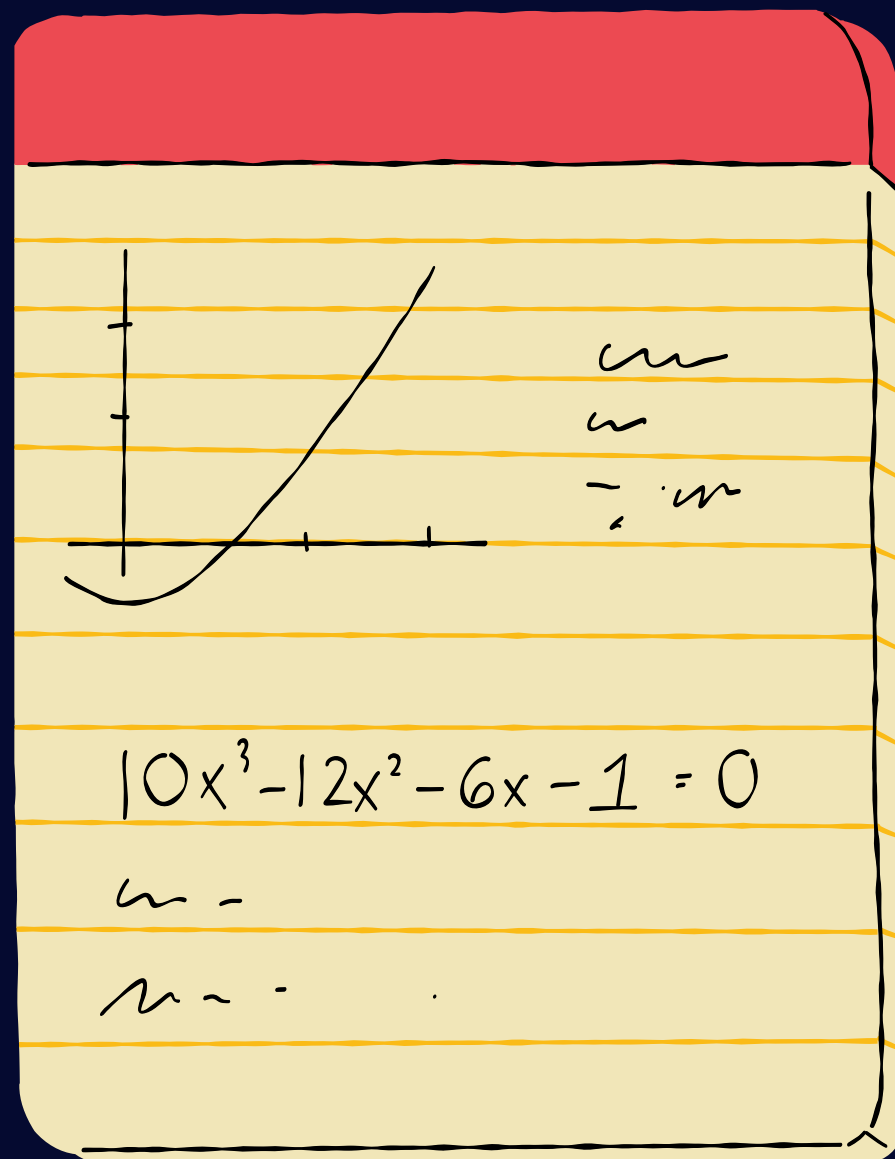
$x, y, z$  representan los estados del sistema.

$t$  representa el tiempo.

$\sigma, \rho, \beta$  son parámetros constantes.

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= \sigma(y - x) \\ \frac{dy}{dt} &= x(\rho - z) - y \\ \frac{dz}{dt} &= xy - \beta z\end{aligned}$$

# SIGNIFICADO Y VALOR DE LOS PARAMETROS



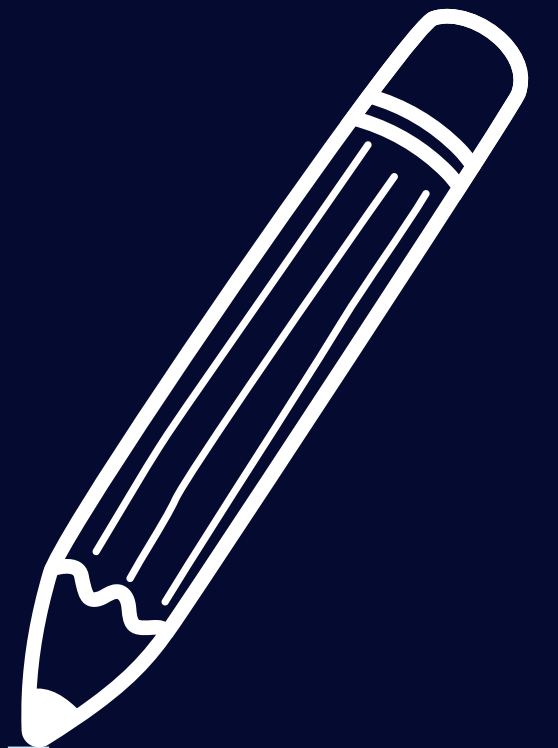
$\sigma$  (Número de Prandtl): Relaciona la viscosidad y conductividad térmica del fluido. En la atmósfera, valores típicos están alrededor de 10.

$\rho$  (Número de Rayleigh): Indica la fuerza de la convección térmica. Para la atmósfera, este valor puede variar significativamente dependiendo de factores como la humedad y la radiación solar.

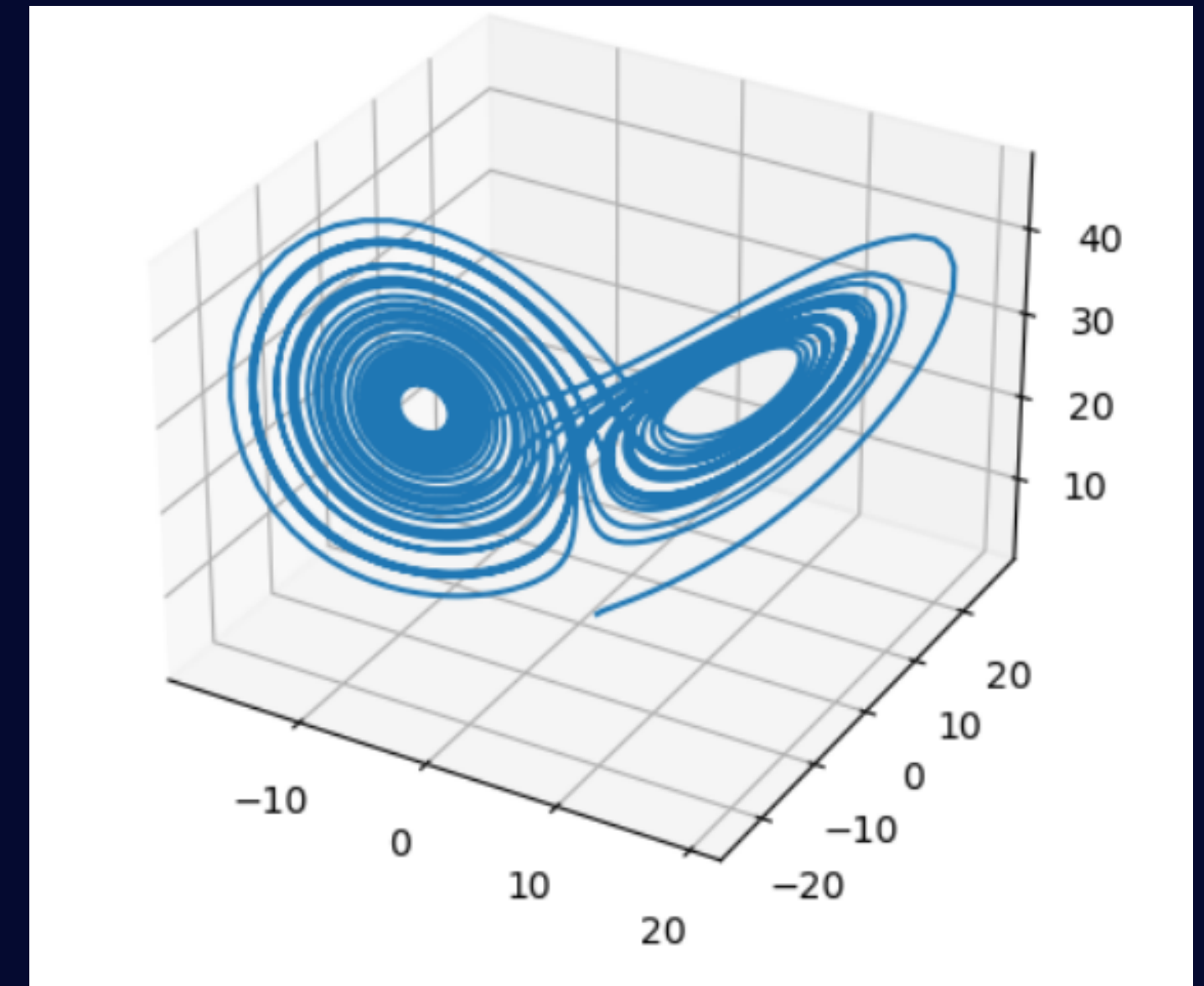
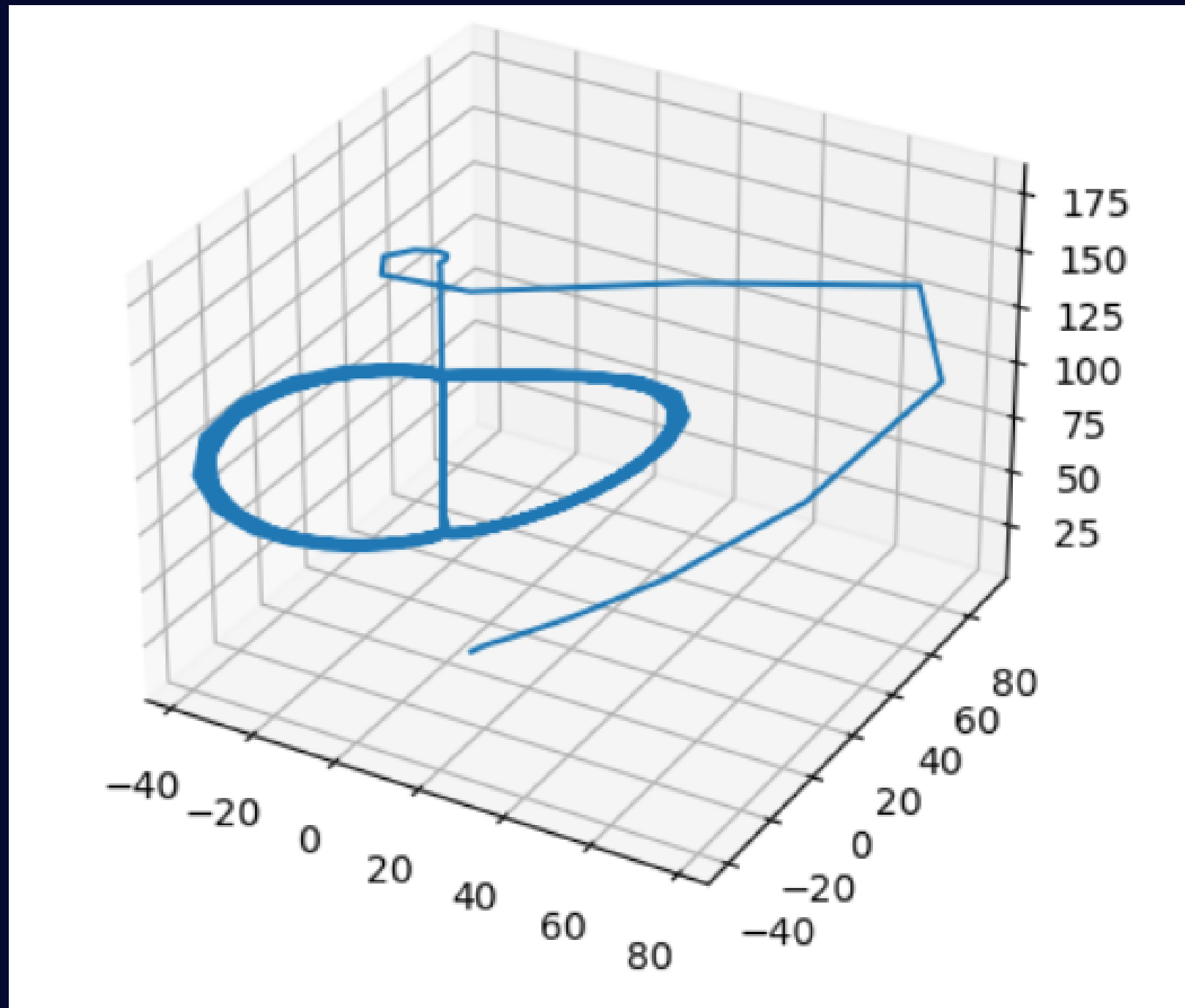
$\beta$ : Proporcional a la razón geométrica de las celdas de convección. Este valor es generalmente menos de 1 en sistemas atmosféricos.



# SIMULACIÓN Y VISUALIZACIÓN



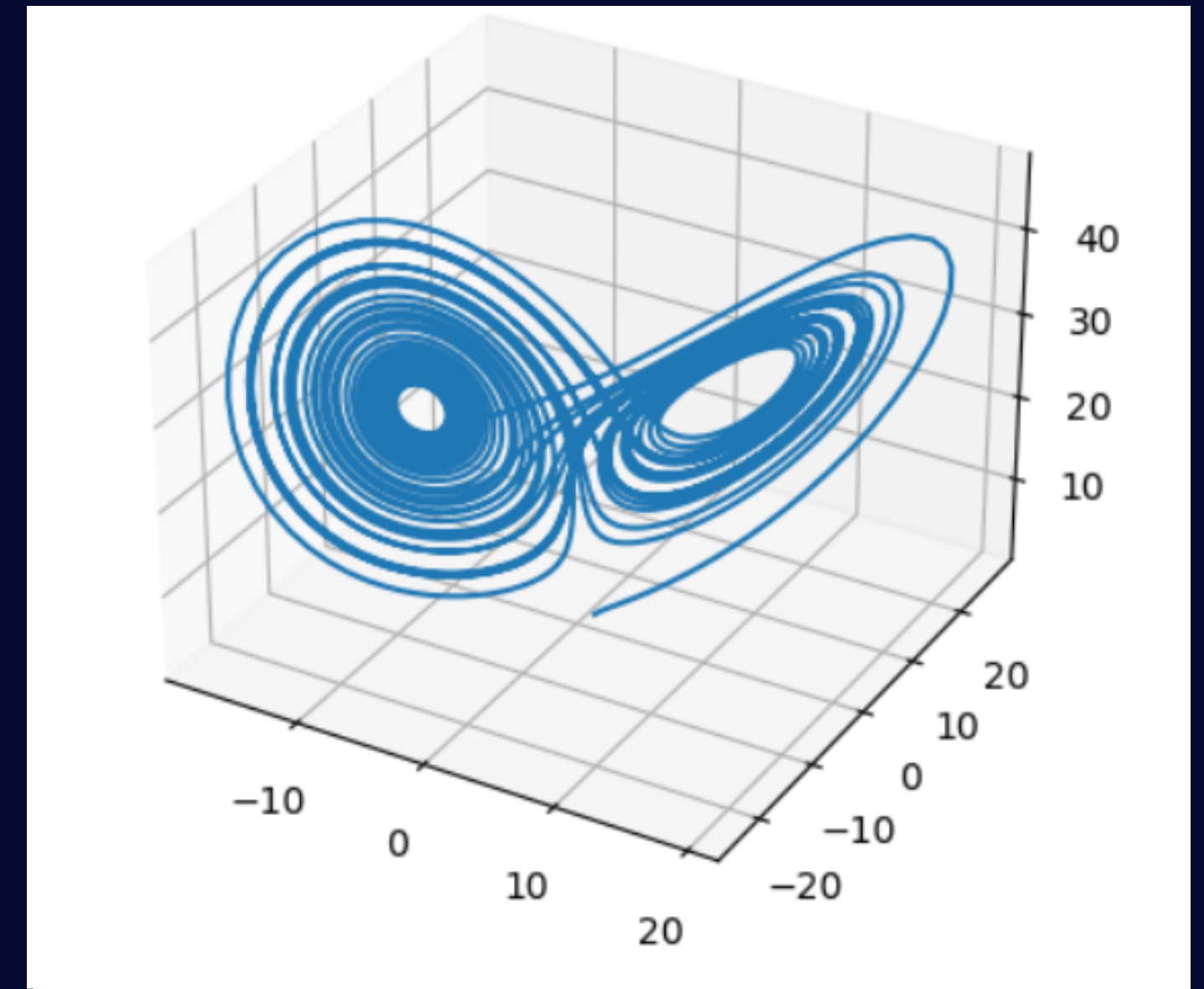
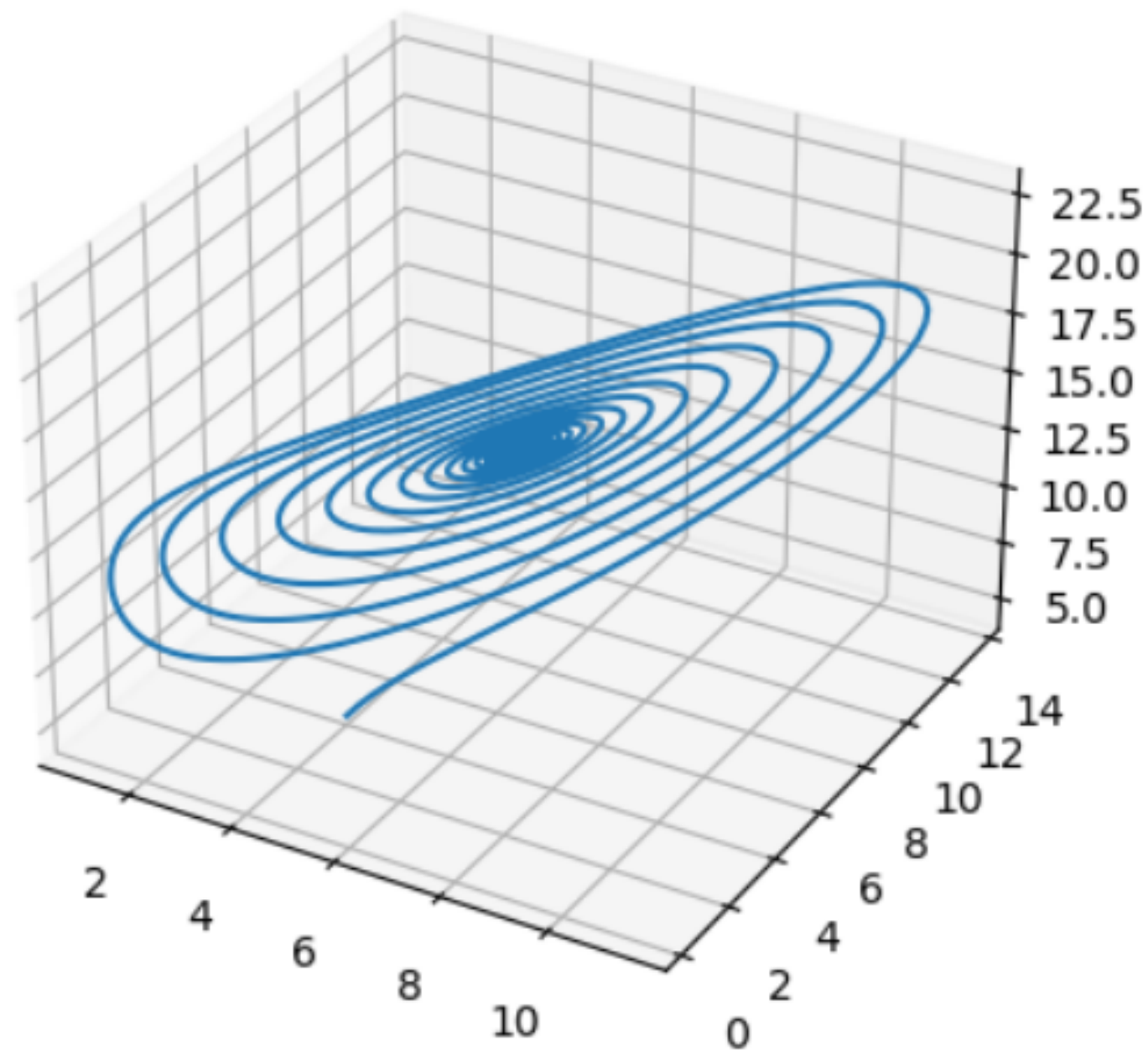
$\rho = 96.0$   
 $\sigma = 109.0$   
 $\beta = 3.0 / 8.0$



$\rho = 28.0$   
 $\sigma = 10.0$   
 $\beta = 8.0 / 3.0$



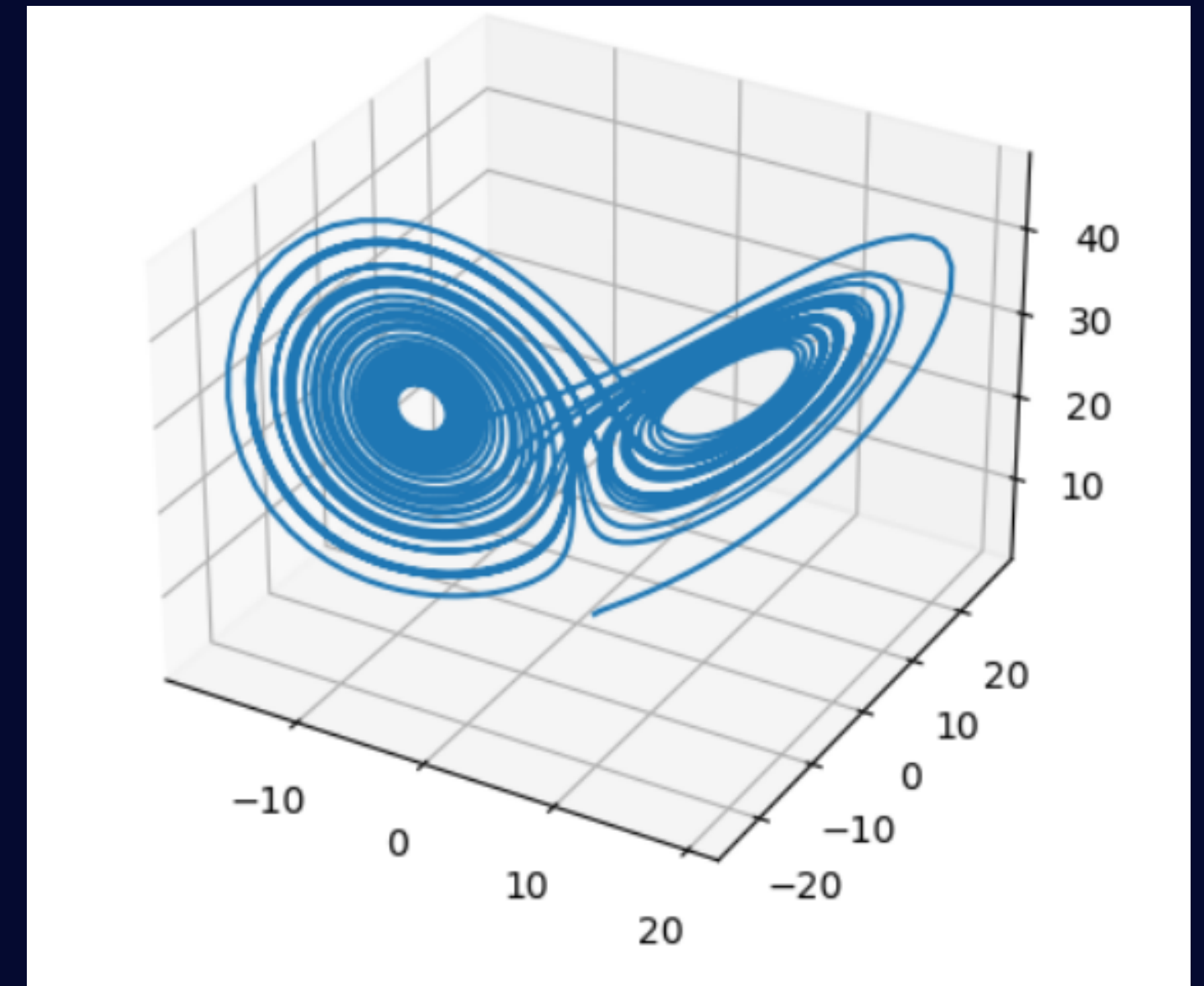
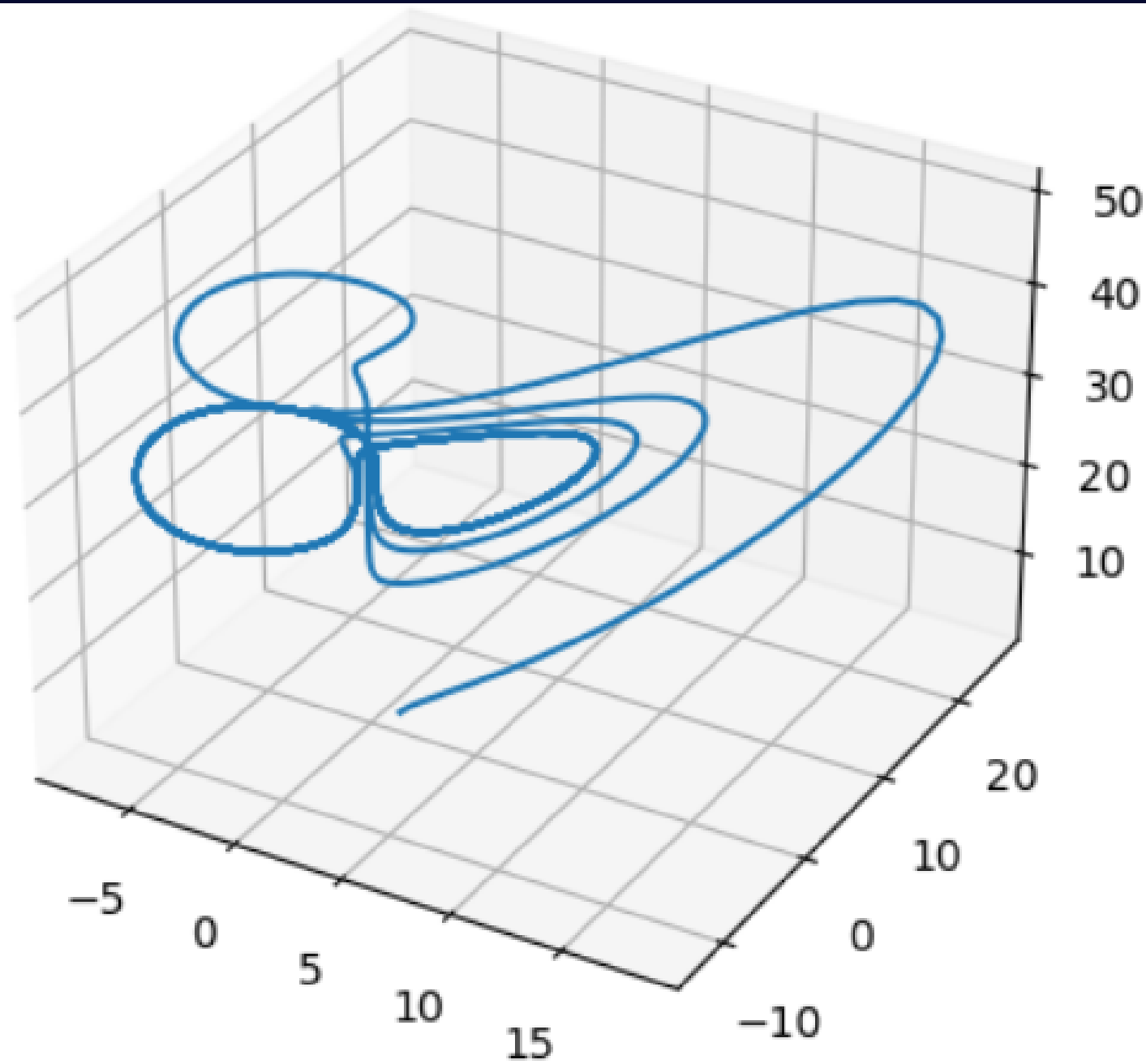
$\rho = 16.0$   
 $\sigma = 10.0$   
 $\beta = 8.0 / 3.0$



$\rho = 28.0$   
 $\sigma = 10.0$   
 $\beta = 8.0 / 3.0$

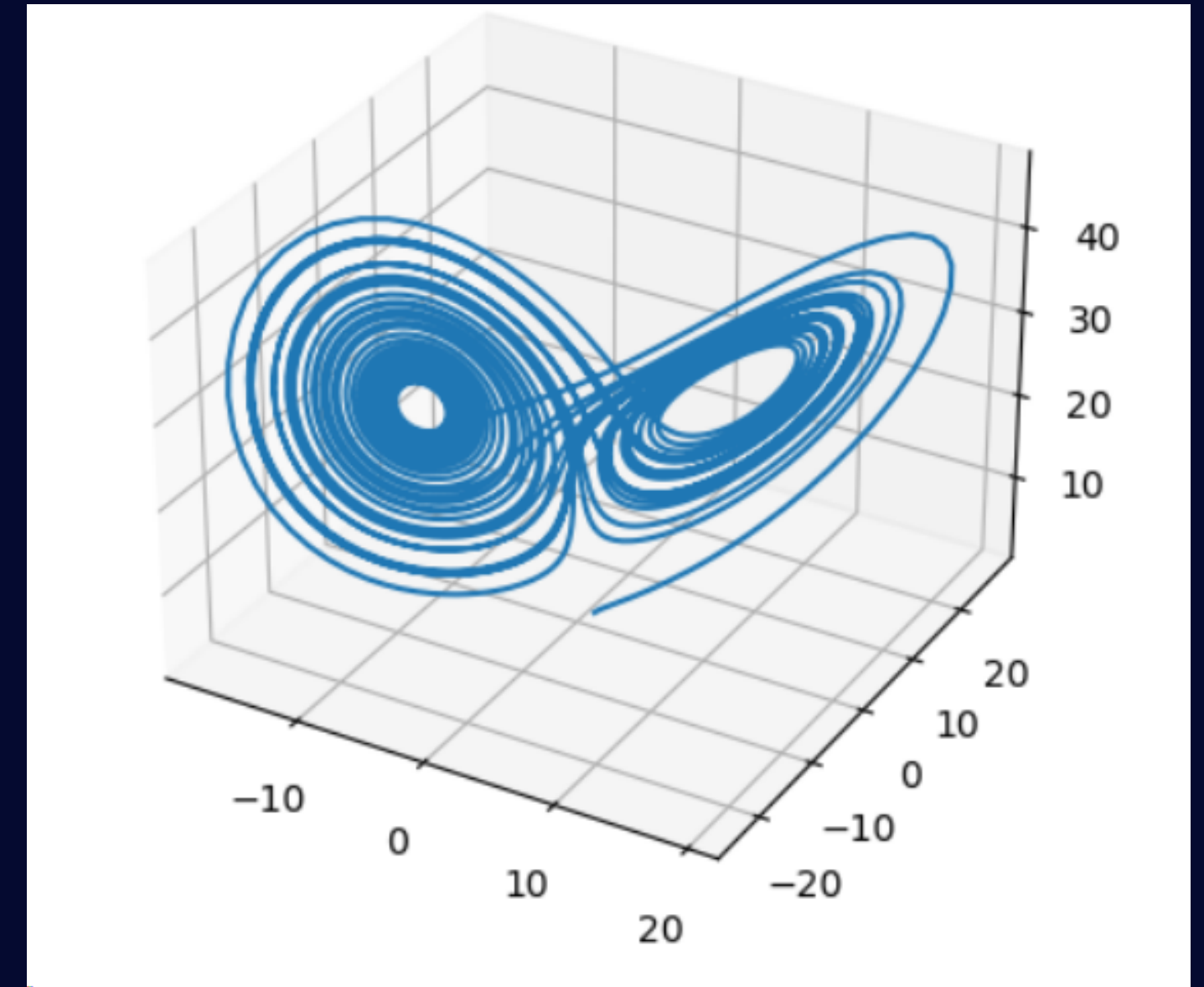
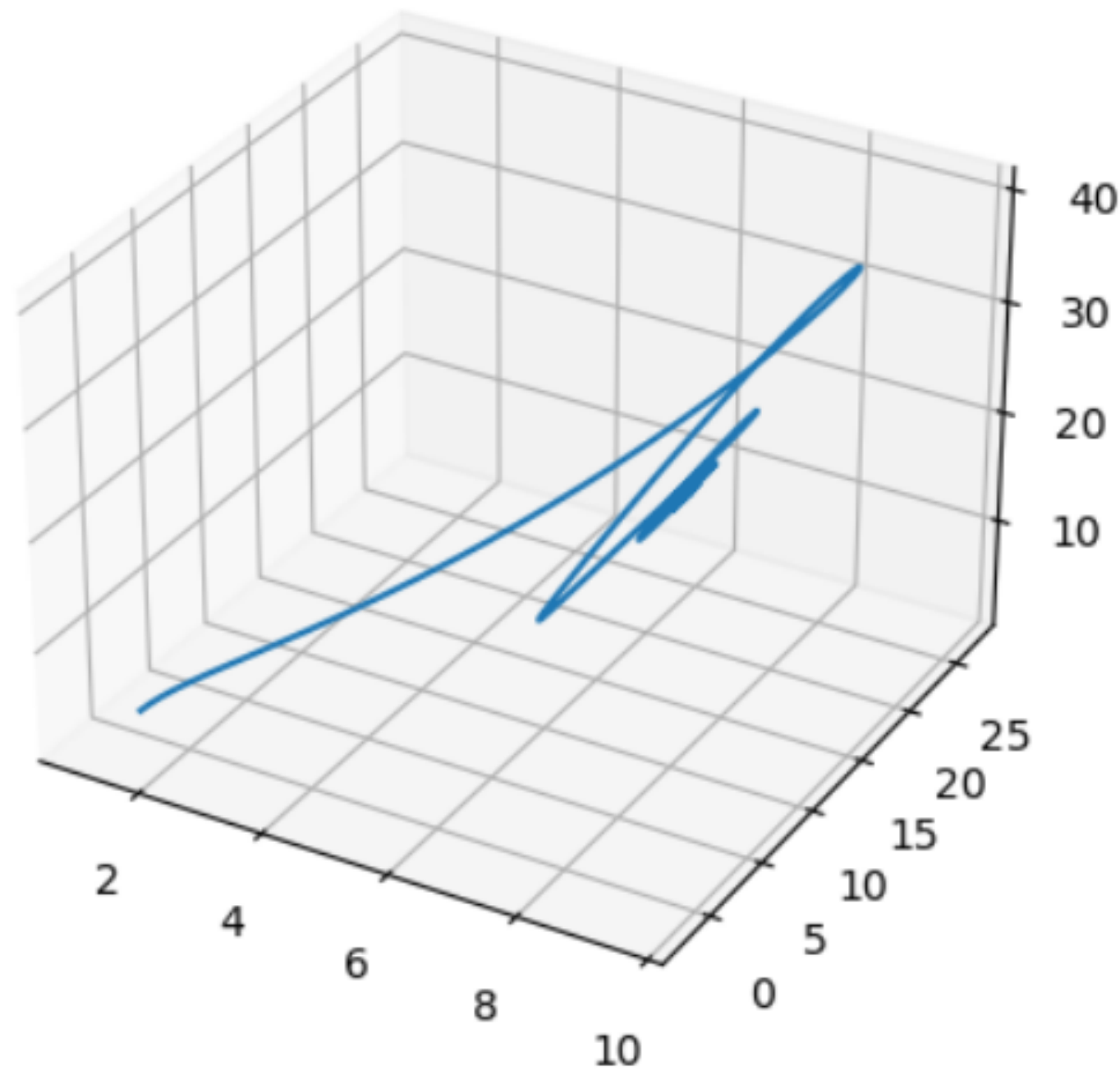


$\rho = 28.0$   
 $\sigma = 10.0$   
 $\beta = 3.0 / 8.0$



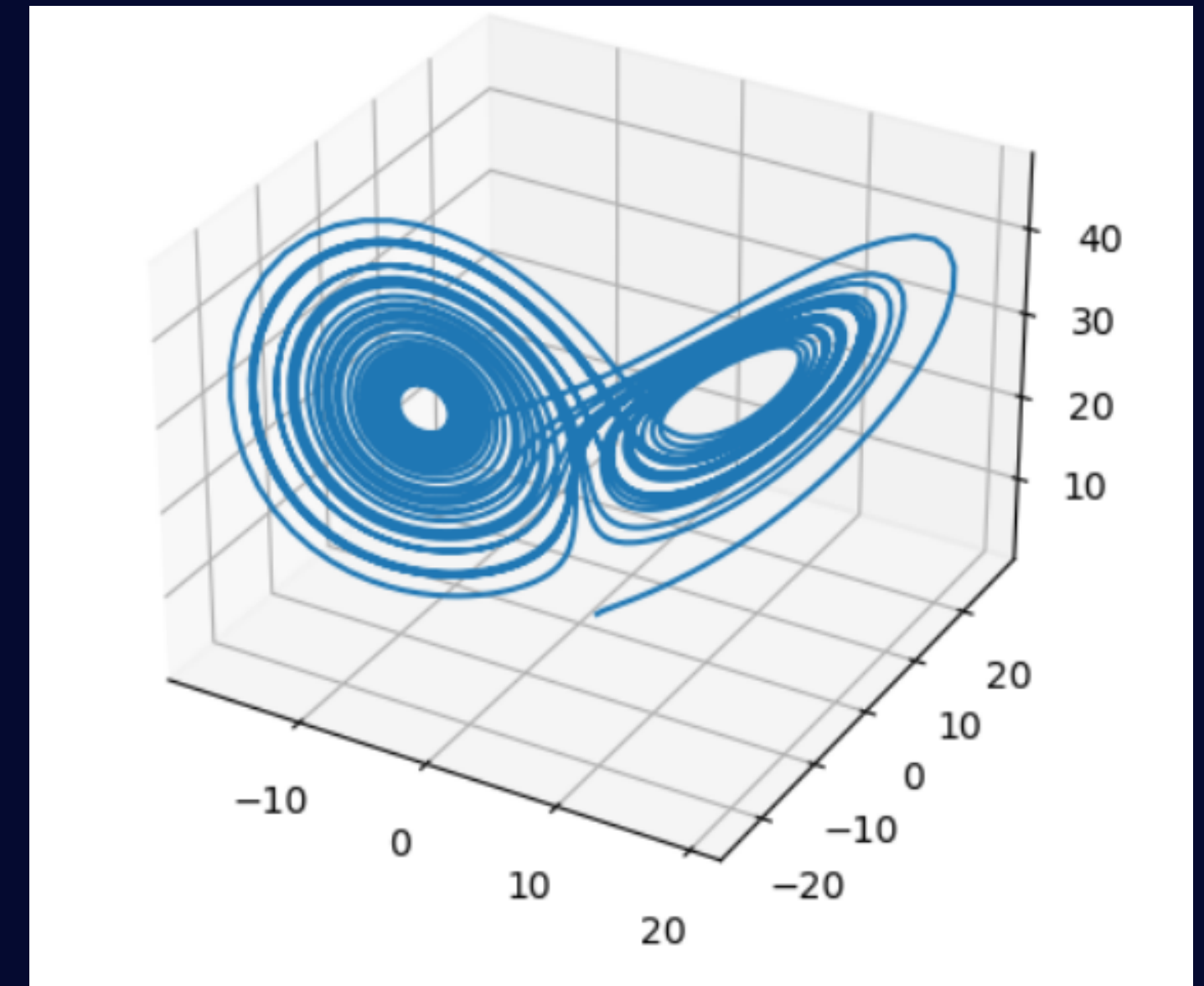
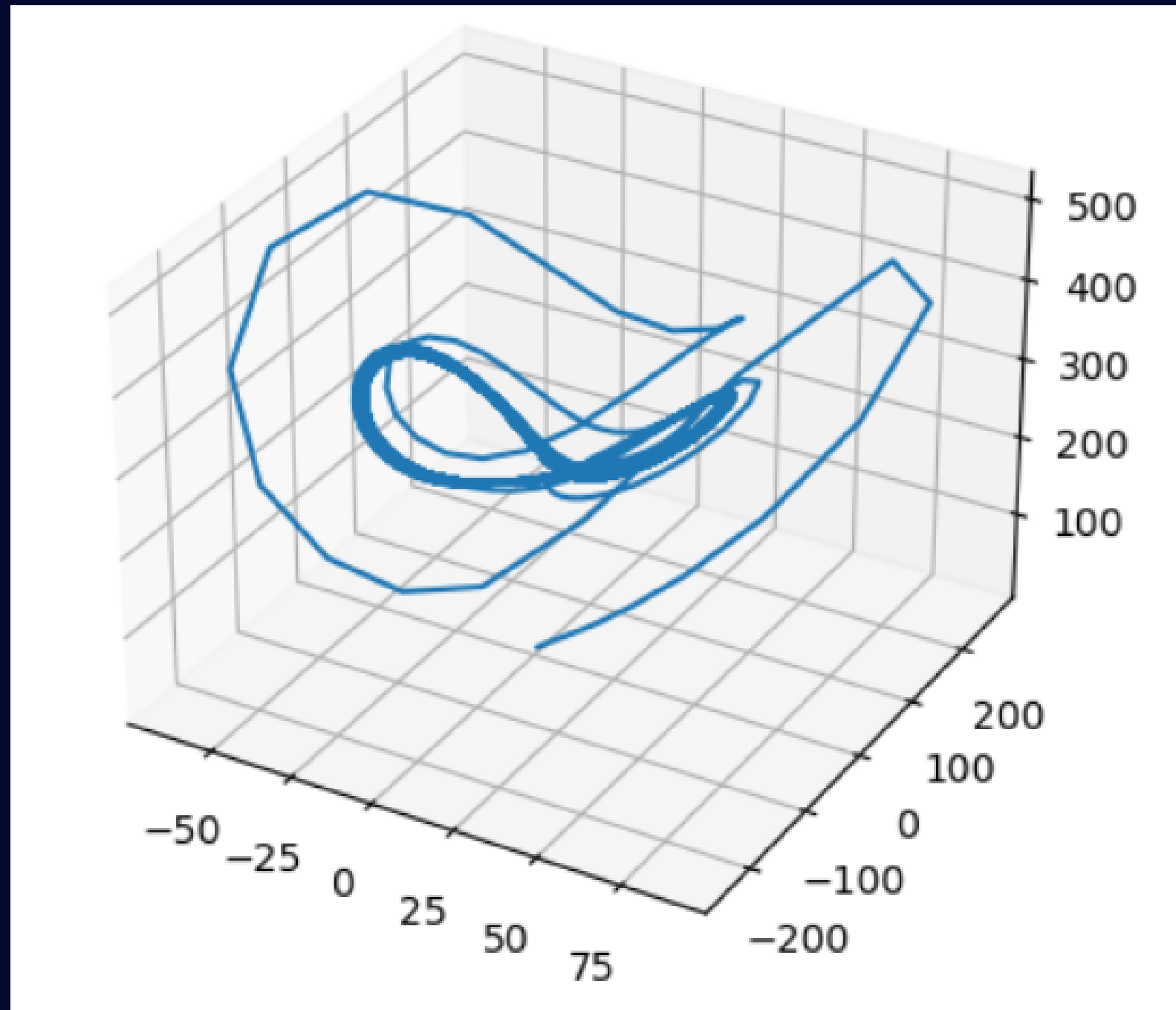
$\rho = 28.0$   
 $\sigma = 10.0$   
 $\beta = 8.0 / 3.0$

$\rho = 28.0$   
 $\sigma = 1.0$   
 $\beta = 8.0 / 3.0$



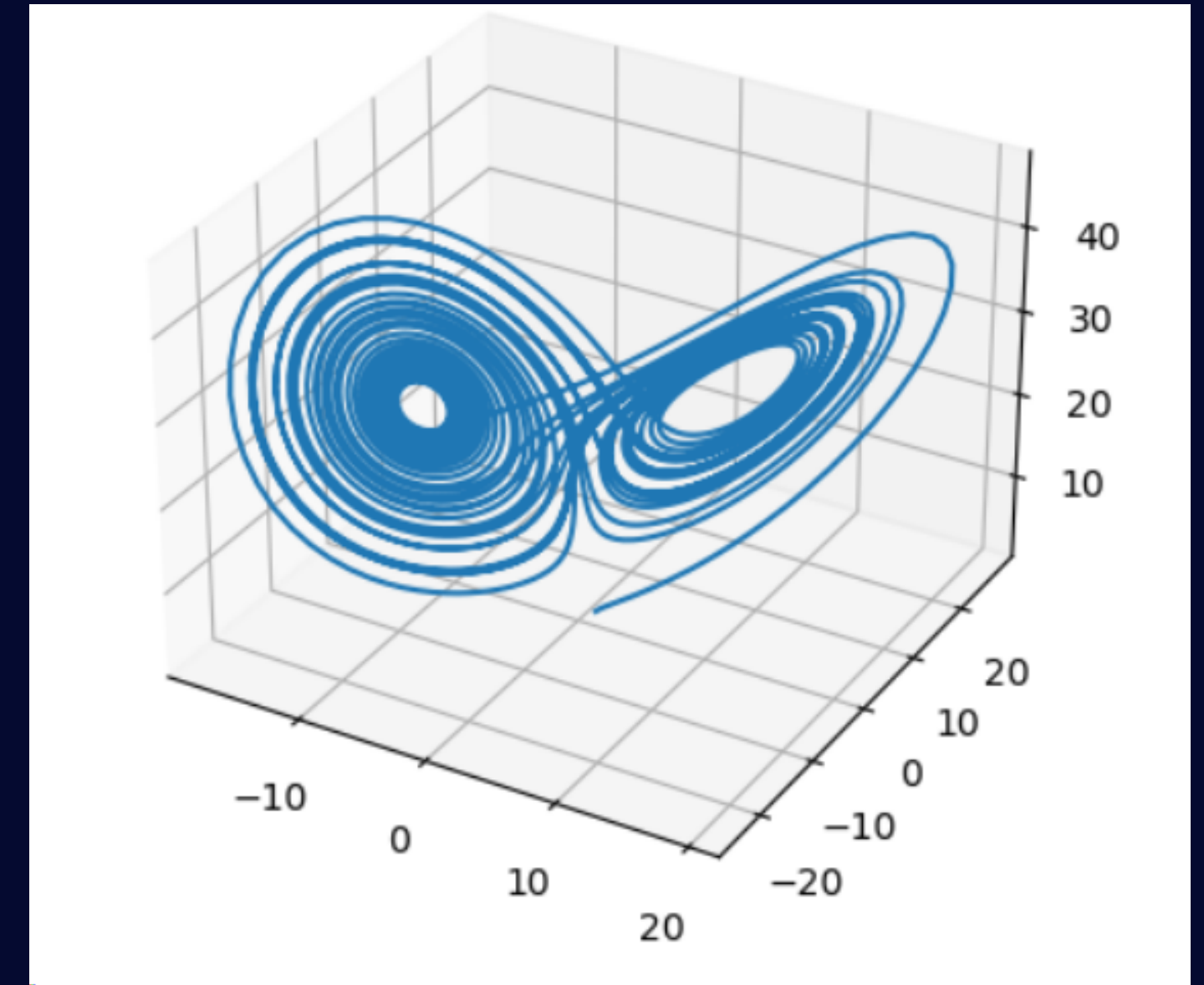
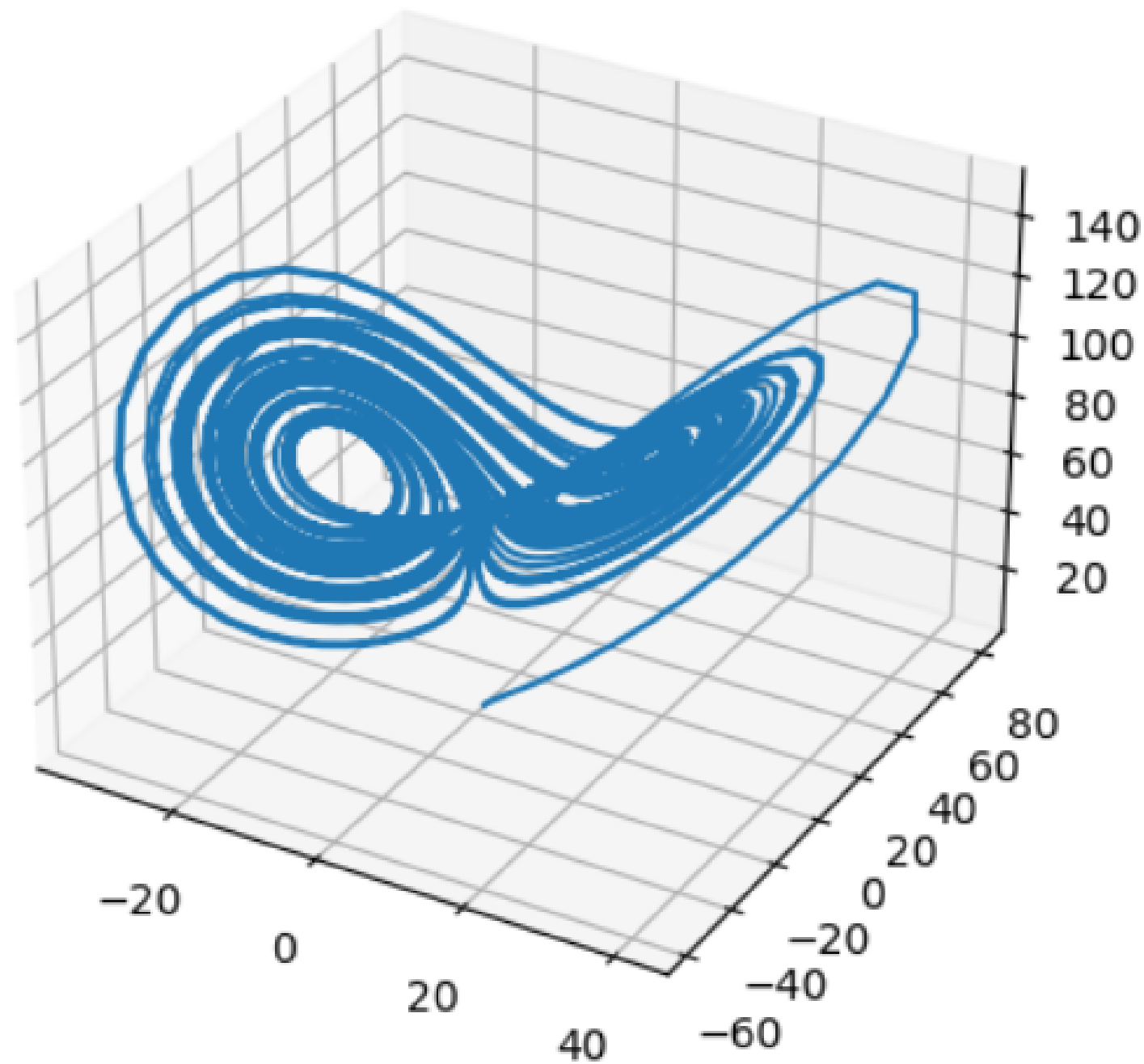
$\rho = 28.0$   
 $\sigma = 10.0$   
 $\beta = 8.0 / 3.0$

$\rho = 280.0$   
 $\sigma = 10.0$   
 $\beta = 8.0 / 3.0$



$\rho = 28.0$   
 $\sigma = 10.0$   
 $\beta = 8.0 / 3.0$

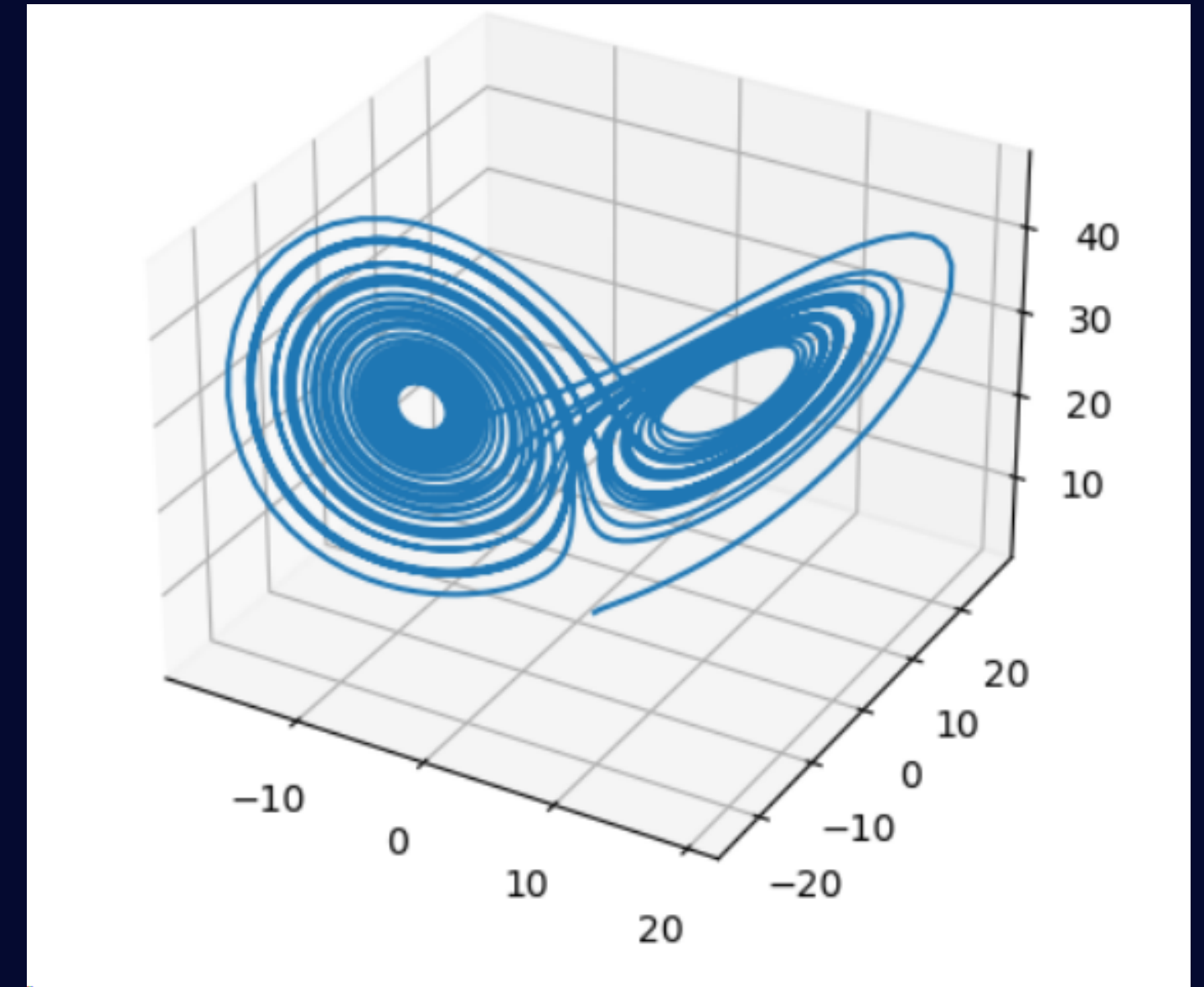
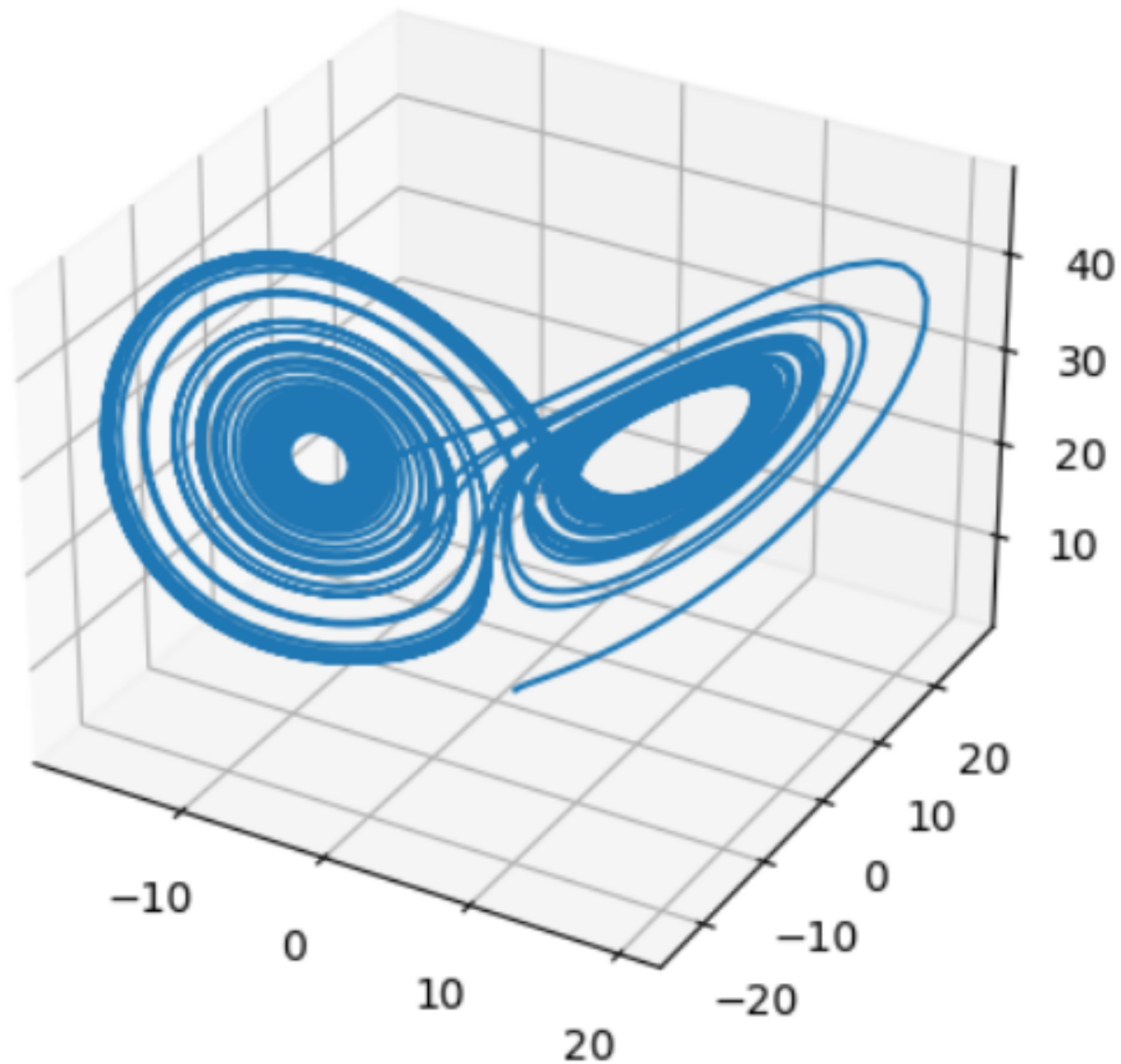
$\rho = 82.0$   
 $\sigma = 10.0$   
 $\beta = 8.0 / 3.0$



$\rho = 28.0$   
 $\sigma = 10.0$   
 $\beta = 8.0 / 3.0$



$\rho = 28.0$   
 $\sigma = 11.0$   
 $\beta = 8.0 / 3.0$



$\rho = 28.0$   
 $\sigma = 10.0$   
 $\beta = 8.0 / 3.0$

# NOISISTION

En conclusión, el Atractor de Lorenz es un fascinante ejemplo de cómo sistemas aparentemente simples, regidos por ecuaciones matemáticas claras, pueden exhibir un comportamiento extremadamente complejo y caótico. Las implicaciones de este fenómeno van más allá de la matemática y la física, ofreciendo insights valiosos en campos tan diversos como la meteorología, la ecología, la economía y, por supuesto, la modelización del cambio climático.

En resumen, el Atractor de Lorenz no solo demuestra la belleza de las matemáticas en la descripción de fenómenos complejos, sino que también subraya la importancia de entender y respetar la naturaleza intrínsecamente impredecible de los sistemas caóticos en el mundo real.



# REFERENCIAS

- Atractor de Lorenz. (2023). En Wikipedia, la enciclopedia libre.  Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Donec tempus leo tellus, sit amet mattis felis dictum id. Duis erat erat, suscipit vitae efficitur in, aliquam quis tellus. Integer condimentum eget turpis et dignissim. Nunc dapibus aliquet lorem. Proin tempus lacinia ipsum, id vehicula metus accumsan condimentum. Nulla leo nulla, consectetur sit amet felis ullamcorper, volutpat tristique nulla.
- Cuánticos, C. (2016, octubre 3). El atractivo de Lorenz. Cuentos Cuánticos.  Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Donec tempus leo tellus, sit amet mattis felis dictum id. Duis erat erat, suscipit vitae efficitur in, aliquam quis tellus. Integer condimentum eget turpis et dignissim. Nunc dapibus aliquet lorem. Proin tempus lacinia ipsum, id vehicula metus accumsan condimentum. Nulla leo nulla, consectetur sit amet felis ullamcorper, volutpat tristique nulla.
- Número de Prandtl. (2022). En Wikipedia, la enciclopedia libre.  Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Donec tempus leo tellus, sit amet mattis felis dictum id. Duis erat erat, suscipit vitae efficitur in, aliquam quis tellus. Integer condimentum eget turpis et dignissim. Nunc dapibus aliquet lorem. Proin tempus lacinia ipsum, id vehicula metus accumsan condimentum. Nulla leo nulla, consectetur sit amet felis ullamcorper, volutpat tristique nulla.
- Número de Rayleigh. (2022). En Wikipedia, la enciclopedia libre.  Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Donec tempus leo tellus, sit amet mattis felis dictum id. Duis erat erat, suscipit vitae efficitur in, aliquam quis tellus. Integer condimentum eget turpis et dignissim. Nunc dapibus aliquet lorem. Proin tempus lacinia ipsum, id vehicula metus accumsan condimentum. Nulla leo nulla, consectetur sit amet felis ullamcorper, volutpat tristique nulla.