

# Oscilador de Duffing y la teoría del caos

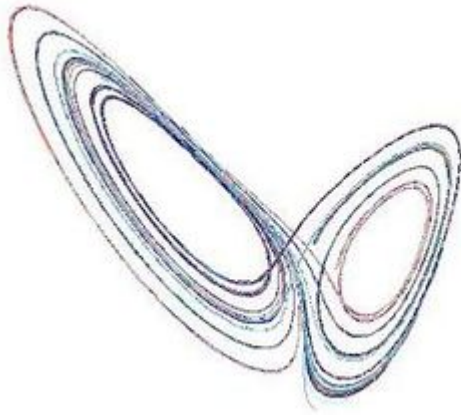
Borbón Fragoso Julio César

Mayo del 2019

## Introducción a la teoría del caos

La teoría del caos habla sobre sistemas complejos no lineales que son muy sensibles a las variaciones de las condiciones iniciales. Estas variaciones pueden implicar grandes diferencias entre su comportamiento haciendo imposible la predicción a largo plazo.

Su historia se remonta a Poincare que empezaría a pensar en el comportamiento caótico de un sistema, aquel donde se movían las condiciones iniciales y su comportamiento cambiaría drásticamente uno que no respondía a la dinámica lineal. El comienzo de la teoría en sí es en el siglo XX con el inicio de las computadoras se empezaron a desarrollar intuiciones sobre el comportamiento no lineal gracias a métodos numéricos. En la década de 1960 un matemático de nombre Lorenz desarrollaría sus famosas ecuaciones que se espera que describan el tiempo en la atmósfera, se dice que Lorenz dejó los cálculos en su computadora y al regresar encontró lo que se conoce como el atractor de Lorenz.



## Oscilador de Duffing

En la actividad pasada se trabajó con la oscilación de Duffing para ciertos valores, ahora sabemos que con ciertos valores y condiciones iniciales esta se

comporta caóticamente que es lo que buscamos observar. Para esta actividad se usaron los siguientes valores en la ecuación de Duffing:

$$\begin{aligned}\alpha &= -1 \\ \beta &= 1 \\ \delta &= 0.3 \\ \omega &= 1.2\end{aligned}$$

Con condiciones iniciales

$$x(0) = 1$$

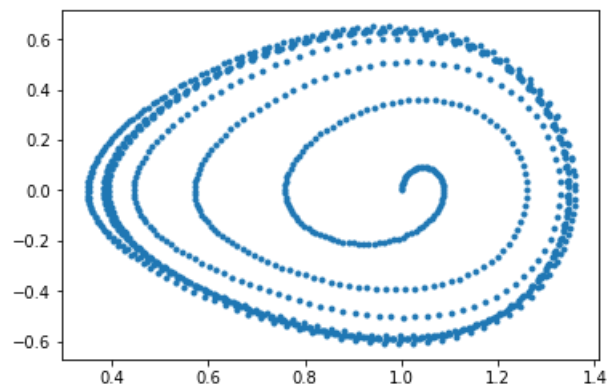
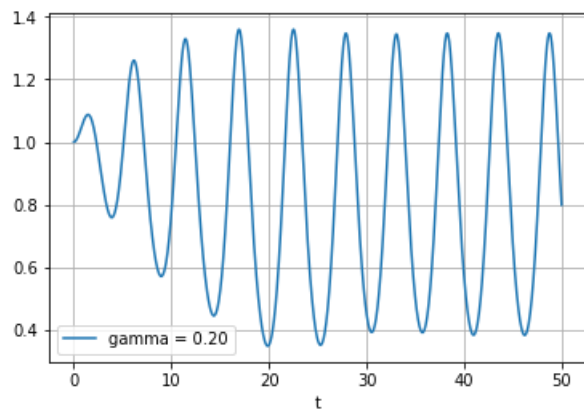
$$\dot{x}(0) = 0$$

Variando la  $\gamma$  de 0.20 a 0.65.

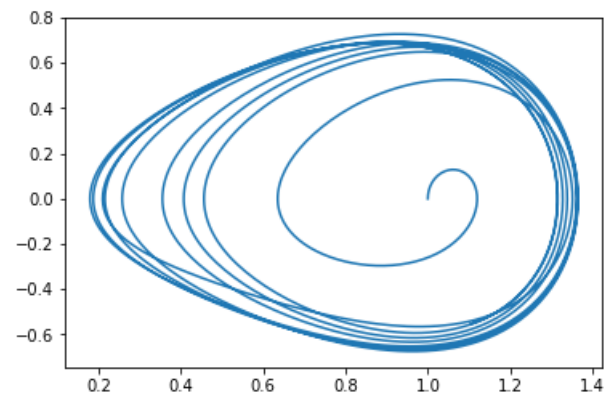
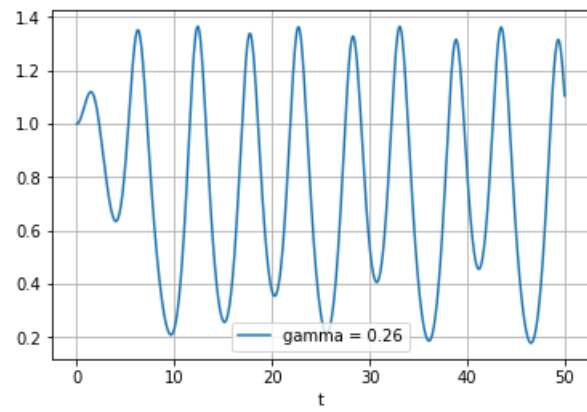
Igual que en la actividad pasada se gráfica numéricamente con ayuda de Python para conseguir gráficas y mostrar este comportamiento.

En las siguientes gráficas se ilustran soluciones para distintos valores de gamma la primera parte es de  $t/T$  vs posición y la segunda es de posición vs velocidad:

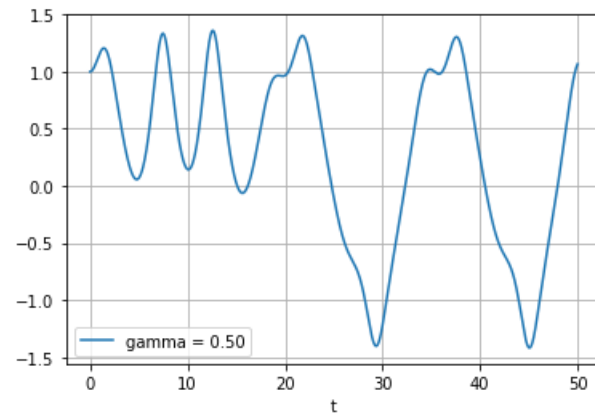
$\gamma = 0.20$

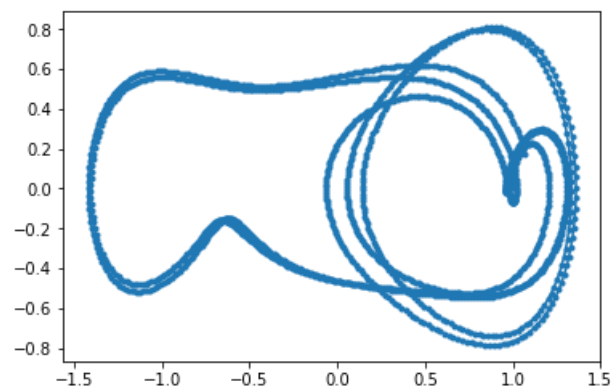


$\gamma = 0.26$



$\gamma = 0.50$





Y con esto queda concluida la actividad 11.