

SAMUEL DAVID RIVERA GONZALES  
ANDRES FELIPE VELASQUEZ SALINAS

CIBERNETICA

PROFESOR: Ducaran Velásquez Andrés Santiago

TALLER CAOS

## TEORICO

¿Que es un sistema dinámico?

Respuesta: Es un “Algo” que es capaz de tener un retroalimentación y con el tiempo evolucionar, puede actuar para mejorar. Estas se le pueden describir con las matemáticas

### DIFERENCIAS ENTRE SISTEMAS DISCRETOS Y CONTINUOS

SISTEMAS DISCRETOS	SISTEMAS CONTINUOS
Números de datos limitados	Numero de datos ilimitados
Los datos discretos se representan visualmente a través de gráficos de barras	Los datos continuos se representan gráficamente mediante un histograma
Toma determinados valores contables	Toma cualquier valor medido dentro de un rango determinado

ESTABILIDAD	CAOS
Un cambio pequeño usualmente no genera un cambio significativo, o capaz siempre vuelve a ser el mismo del inicio	Un mínimo cambio genera una gran perturbación a diferencia de cómo estaba en el inicio
Este es bastante más predecible	Es impredecible a largo plazo
Controlado	Descontrolado

3. ecuación logística discreta

$$X_{\{n+1\}} = r X_n(1-X_n)$$

## Significado de cada termino

$X_n$  :

Proporción de la población en la generación actual (valor entre 0 y 1).

$r$  :

Tasa de crecimiento. Controla qué tan rápido cambia la población.

$1 - X_n$  :

Representa la competencia por recursos. Limita el crecimiento cuando la población es alta.

$X_{n+1}$  :

Población en la siguiente generación.

### Cuando $r$ aumenta mucho:

Cuando  $r$  es pequeño ( $0 < r < 1$ ), tiende a extinguirse y converge a cero. Si  $r$  está entre 1 y 3, se estabiliza en un valor fijo distinto de cero. A partir de  $r=3$  surgen oscilaciones periódicas, primero de dos ciclos y luego de cuatro, ocho y así sucesivamente. Cuando  $r$  supera aproximadamente 3.57, el sistema entra en un régimen caótico: los valores de la población parecen aleatorios, aunque provienen de una ecuación determinista. Finalmente, al acercarse a  $r=4$ , el comportamiento es completamente caótico.

## Análisis Matemático

1. Encuentra los puntos fijos de la ecuación logística:  $X = r X(1-X)$

$$X_{n+1} = rX_n (1 - X_n)$$

$$X = rX (1 - X)$$

$$X = rX - rX^2$$

$$rX^2 - (r-1)X = 0$$

$$X(rX - (r-1)) = 0$$

$$X^* = 0 \quad \vee \quad X^* = \frac{r-1}{r}$$

• (los Puntos Fijos)

• Derivada

$$F(X) = rX(1 - X)$$

$$F(X) = rX - rX^2$$

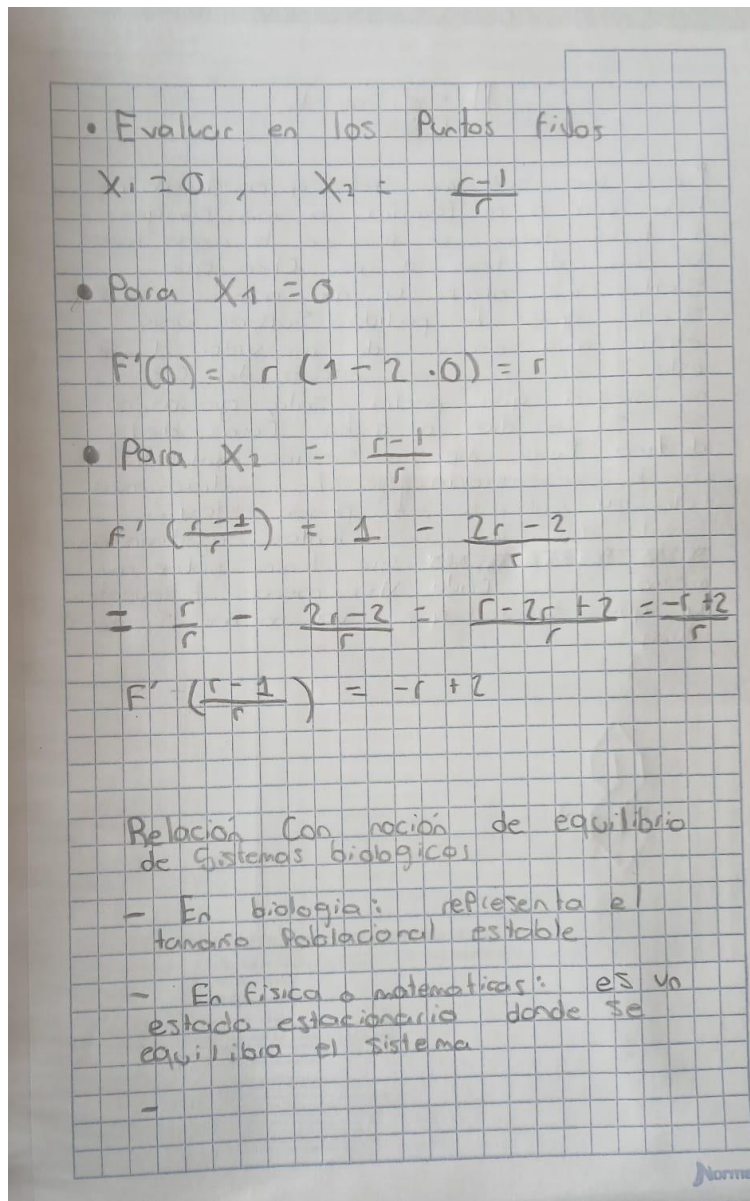
• Derivar Término a término

-  $r$  es Constante

$$- r \cdot 2X = -2rX$$

Entonces:

$$F'(X) = r - 2rX$$



## Programación y Exploración (código adjunto en el git hub)

1. Que pasa con  $x_n$  si  $r=2.5$

Respuesta: Empieza con una iteración fuerte, pero luego se empieza a estabilizar controlándose a un valor prácticamente continuo

2. Que pasa con  $r=3.2$

Respuesta: Se ve algo un poco raro pero es lineal y controlado, ósea que matemáticamente se puede predecir ya que contiene un patrón

3. Que pasa con  $r=3.8$

Respuesta: Para este punto Ya se vuelve un caos, hay puntos los cuales no se pueden predecir, aunque se vea que trata de seguir un patrón para este punto ya no es así

## Diagrama de bifurcación (código adjunto en git hub)

1. Donde aparecen los puntos de bifurcacion

Respuesta: Estos puntos aparecen en aproximadamente el punto 3.45 y aparte en el punto 3.55

2. Donde En que intervalos aparece el caos

Respuesta: El caos aparece en los intervalos 3.55 y el 4

3. Que significado real puede tener esto

Respuesta: Puede significar que este sistema solo es estable hasta cierto punto, el cual es el punto en el que netra en caos y como puede pasar de ser predecible a algo totalmente loco y sin control

## Análisis critico

- Un sistema **determinista** es aquel donde las reglas son claras y no hay azar: si conoces las condiciones iniciales, en teoría puedes calcular todo el futuro.  
Sin embargo, hay ecuaciones (como la logística con  $r$  alto) que presentan **sensibilidad a las condiciones iniciales**: un cambio minúsculo en el valor inicial genera trayectorias muy diferentes con el tiempo. Eso se llama **efecto mariposa**.  
Por eso, aunque la regla sea determinista, el resultado parece impredecible o aleatorio: eso es **caos determinista**.

**Orden:** el sistema se comporta de manera predecible y estable. Ejemplo: una población que siempre se estabiliza en el mismo valor.

**Caos:** el sistema es determinista, pero el comportamiento es complejo y parece aleatorio; no hay un patrón fijo, aunque no hay azar real.

**Homeostasis:** capacidad de un sistema para autorregularse y mantenerse estable frente a perturbaciones. Se relaciona con la estabilidad: si el equilibrio es estable, el sistema vuelve a él después de un cambio.

### 3. Fenómenos reales

- **Clima:** sigue leyes físicas deterministas, pero es caótico → por eso a largo plazo es casi imposible predecirlo con exactitud.