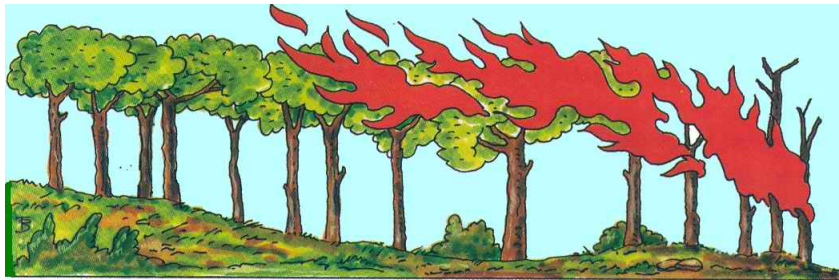


Fundamentos de programación - Clase 4

Incendio forestal

Verano 2021

Incendio Forestal



 **INCENDIO DE COPAS**

Sistemas complejos

- Sistemas en los cuales el comportamiento colectivo es difícil de anticipar a partir del comportamiento individual de sus elementos.
- Las reglas a nivel microscópico pueden ser muy simples pero generar propiedades emergentes a nivel macroscópico sorprendentes.

Sistemas complejos

- Sistemas en los cuales el comportamiento colectivo es difícil de anticipar a partir del comportamiento individual de sus elementos.
- Las reglas a nivel microscópico pueden ser muy simples pero generar propiedades emergentes a nivel macroscópico sorprendentes.

La computadora nos permite programar, simular, explorar y detectar estas cosas.

¿Por qué incendios de bosques?

Fue uno de los primeros modelos (~ 1992), con el de avalanchas en pilas de arena.

Buscaba modelar la dinámica de un bosque, que consiste en el crecimiento de árboles y la aparición de incendios que los eliminan. Entender por qué los bosques tienen los tamaños que tienen, y se alternan sectores con árboles y sectores sin árboles.

Hay mil variantes, pero ninguna explica ningún bosque conocido. ¿Por qué no nos olvidamos del modelo, entonces?

Porque se aplica en otros problemas, como epidemias o la difusión de noticias/rumores...

Experimentando la dinámica

Modelaremos ciclos de un año donde a cada posición del bosque le suceden cosas.

Experimentando la dinámica

Modelaremos ciclos de un año donde a cada posición del bosque le suceden cosas.

Bosque es lineal, dividido en n celdas, y cada una puede:

- tener un árbol
- no tener nada

Experimentando la dinámica

Modelaremos ciclos de un año donde a cada posición del bosque le suceden cosas.

Bosque es lineal, dividido en n celdas, y cada una puede:

- tener un árbol
- no tener nada

Evolución se suceden una serie de etapas: Brotes, Caída de rayos, Propagación de incendios, y Limpieza

Etapas

- 1 Brotes: en cada celda vacía, puede brotar un nuevo árbol (o no).

Etapas

- 1 Brotes: en cada celda vacía, puede brotar un nuevo árbol (o no).
- 2 Caída de rayos: caen rayos en algunas posiciones incendiando dichos árboles.

Etapas

- ➊ Brotes: en cada celda vacía, puede brotar un nuevo árbol (o no).
- ➋ Caída de rayos: caen rayos en algunas posiciones incendiando dichos árboles.
- ➌ Propagación de incendios: Cuando un árbol se incendia, propaga el fuego a los arboles de celdas vecinas

Etapas

- ➊ Brotes: en cada celda vacía, puede brotar un nuevo árbol (o no).
- ➋ Caída de rayos: caen rayos en algunas posiciones incendiando dichos árboles.
- ➌ Propagación de incendios: Cuando un árbol se incendia, propaga el fuego a los arboles de celdas vecinas, y estos a su vez a su vecinos...

Etapas

- ➊ Brotes: en cada celda vacía, puede brotar un nuevo árbol (o no).
- ➋ Caída de rayos: caen rayos en algunas posiciones incendiando dichos árboles.
- ➌ Propagación de incendios: Cuando un árbol se incendia, propaga el fuego a los arboles de celdas vecinas, y estos a su vez a su vecinos... y así, hasta que todo árbol incendiado incendió a todos sus vecinos y el incendio no puede propagarse más.

Etapas

- ➊ Brotes: en cada celda vacía, puede brotar un nuevo árbol (o no).
- ➋ Caída de rayos: caen rayos en algunas posiciones incendiando dichos árboles.
- ➌ Propagación de incendios: Cuando un árbol se incendia, propaga el fuego a los arboles de celdas vecinas, y estos a su vez a su vecinos... y así, hasta que todo árbol incendiado incendió a todos sus vecinos y el incendio no puede propagarse más.
- ➍ Limpieza: los árboles incendiados degradan y dejan la posición vacía, lista para que vuelva a comenzar el ciclo.

Etapas de la dinámica de un bosque - Año 0

Etapas de la dinámica de un bosque - Año 0

Inicio

--	--	--	--	--	--	--

Etapas de la dinámica de un bosque - Año 0

Inicio

--	--	--	--	--	--	--

Brotes

						
---	--	---	---	---	--	--

Etapas de la dinámica de un bosque - Año 0


Inicio

--	--	--	--	--	--	--

Brotes

						
---	--	---	---	---	--	--

Rayos














						
---	--	---	---	---	--	---

Etapas de la dinámica de un bosque - Año 0


















Inicio

Brotes



















Rayos



















Etapas de la dinámica de un bosque - Año 0

Inicio						
Brotes						
Rayos						
Propagación						
						

Etapas de la dinámica de un bosque - Año 0

Inicio						
Brotes						
Rayos						
Propagación						
						
Limpieza						

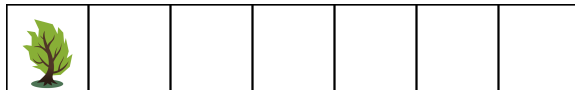
Etapas de la dinámica de un bosque - Año 0

Inicio						
Brotes						
Rayos						
Propagación						
						
Limpieza						

Al final del primer año: 1 árbol.






Etapas de la dinámica de un bosque - Año 1

Inicio



Etapas de la dinámica de un bosque - Año 1

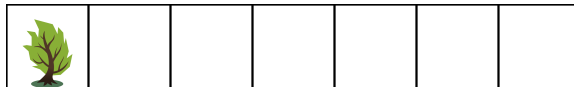
Inicio

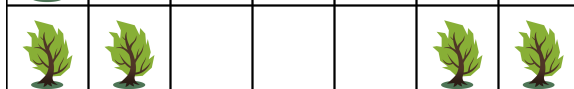
Brotes

Etapas de la dinámica de un bosque - Año 1

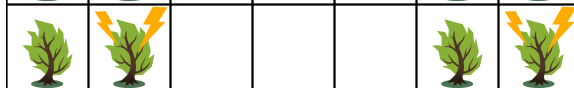
Inicio



Brotes

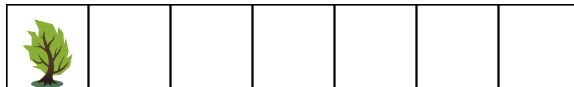


Rayos

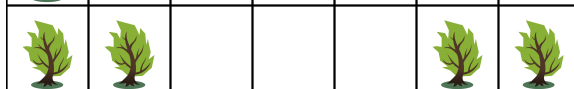


Etapas de la dinámica de un bosque - Año 1

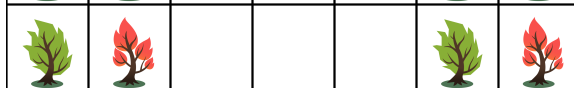
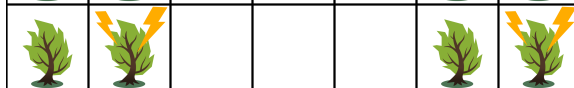
Inicio




















Brotes










Rayos












Etapas de la dinámica de un bosque - Año 1

Inicio							
Brotes							
Rayos							
Propagación							
							

Etapas de la dinámica de un bosque - Año 1

Inicio						
Brotes						 
Rayos						 
Propagación						 
						 
Limpieza						

Etapas de la dinámica de un bosque - Año 1

Inicio						
Brotes						 
Rayos						 
Propagación						 
						 
Limpieza						

Al final del segundo año: 0 árboles.

Etapas de la dinámica de un bosque - Año 2

Inicio





--	--	--	--	--	--	--

Etapas de la dinámica de un bosque - Año 2

Inicio

--	--	--	--	--	--	--

Brotes





						
---	--	---	--	---	--	---

Etapas de la dinámica de un bosque - Año 2








Inicio

--	--	--	--	--	--	--

Brotes

						
---	--	---	--	---	--	---

Rayos
















						
---	---	---	---	---	--	---

Etapas de la dinámica de un bosque - Año 2



















Inicio

Brotes

Rayos

Etapas de la dinámica de un bosque - Año 2

Inicio						
Brotes						
Rayos						
Propagación						
						

Etapas de la dinámica de un bosque - Año 2

Inicio						
Brotes						
Rayos						
						
Propagación						
Limpieza						

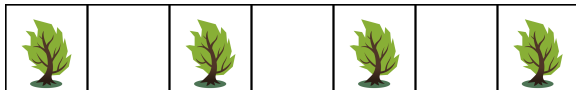
Etapas de la dinámica de un bosque - Año 2

Inicio						
Brotes						
Rayos						
Propagación						
						
Limpieza						

Al final del tercer año: 4 árboles.

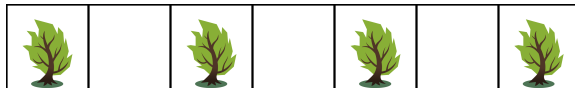
Etapas de la dinámica de un bosque - Año 3

Inicio



Etapas de la dinámica de un bosque - Año 3

Inicio

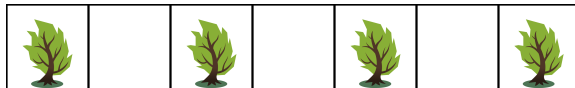


Brotes



Etapas de la dinámica de un bosque - Año 3

Inicio



Brotes

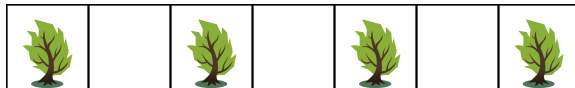


Rayos



Etapas de la dinámica de un bosque - Año 3

Inicio





























Brotes



























Rayos






























Etapas de la dinámica de un bosque - Año 3

Inicio							
Brotes							
Rayos							
Propagación							
							

Etapas de la dinámica de un bosque - Año 3

Inicio							
Brotes							
Rayos							
Propagación							
							
							
Limpieza							

Etapas de la dinámica de un bosque - Año 3

Inicio							
Brotes							
Rayos							
Propagación							
							
Limpieza							

Al final del cuarto año: 1 árbol.

Modelo de incendios de bosques

Queremos tomar los ingredientes básicos del problema real y construir un modelo.

Modelo de incendios de bosques

Queremos tomar los ingredientes básicos del problema real y construir un modelo.

- **Bosque:** tenemos n celdas, y en cada una puede crecer un solo árbol.

Modelo de incendios de bosques

Queremos tomar los ingredientes básicos del problema real y construir un modelo.

- **Bosque:** tenemos n celdas, y en cada una puede crecer un solo árbol.
- **Brotes:** brota un árbol en cada celda vacía, con probabilidad p (la calidad del terreno).

Modelo de incendios de bosques

Queremos tomar los ingredientes básicos del problema real y construir un modelo.

- **Bosque:** tenemos n celdas, y en cada una puede crecer un solo árbol.
- **Brotes:** brota un árbol en cada celda vacía, con probabilidad p (la calidad del terreno).
- **Caída de rayos:** cae un rayo en cada celda con probabilidad f . Si la celda tiene un árbol, se prende fuego.

Modelo de incendios de bosques

Queremos tomar los ingredientes básicos del problema real y construir un modelo.

- **Bosque:** tenemos n celdas, y en cada una puede crecer un solo árbol.
- **Brotes:** brota un árbol en cada celda vacía, con probabilidad p (la calidad del terreno).
- **Caída de rayos:** cae un rayo en cada celda con probabilidad f . Si la celda tiene un árbol, se prende fuego.
- **Propagación de incendios:** si un árbol está prendido fuego y tiene al lado un árbol sano, este también se prende fuego. Se termina cuando no queda ningún árbol sano con un vecino prendido fuego.

Modelo de incendios de bosques

Queremos tomar los ingredientes básicos del problema real y construir un modelo.

- **Bosque:** tenemos n celdas, y en cada una puede crecer un solo árbol.
- **Brotes:** brota un árbol en cada celda vacía, con probabilidad p (la calidad del terreno).
- **Caída de rayos:** cae un rayo en cada celda con probabilidad f . Si la celda tiene un árbol, se prende fuego.
- **Propagación de incendios:** si un árbol está prendido fuego y tiene al lado un árbol sano, este también se prende fuego. Se termina cuando no queda ningún árbol sano con un vecino prendido fuego.
- **Limpieza:** los árboles quemados se retiran dejando la celda vacía.

Representación

¿Cómo representar esto en la máquina?

Representación

¿Cómo representar esto en la máquina?

- **Bosque:** tomamos una lista de n posiciones, una al lado de la otra, indexadas del 0 al $n - 1$.

Representación

¿Cómo representar esto en la máquina?

- **Bosque:** tomamos una lista de n posiciones, una al lado de la otra, indexadas del 0 al $n - 1$.
- **Árboles:** representamos las posiciones como:
 - 0 si está vacía,
 - 1 si hay un árbol vivo,
 - 1 si hay un árbol prendido fuego.

Problemas interesantes a resolver hoy:

- 1 ¿Cuál es el valor de p que maximiza la cantidad de árboles que sobreviven cada año?

Problemas interesantes a resolver hoy:

- 1 ¿Cuál es el valor de p que maximiza la cantidad de árboles que sobreviven cada año?
- 2 ¿Si cada posición pudiera tener y modificar su propio valor de p , qué pasaría?

Problemas interesantes a resolver hoy:

- ① ¿Cuál es el valor de p que maximiza la cantidad de árboles que sobreviven cada año?
- ② ¿Si cada posición pudiera tener y modificar su propio valor de p , qué pasaría?
- ③ ¿Y si modelamos un sistema dónde la propagación no sólo se da entre vecinos?

Ideas para el problema 1

Simulaciones: armamos una grilla de 100 lugares y tomemos un p arbitrario. Entonces, en el bosque...

Ideas para el problema 1

Simulaciones: armamos una grilla de 100 lugares y tomemos un p arbitrario. Entonces, en el bosque...

- brota un árbol con probabilidad p en cada lugar vacío, cae un rayo con probabilidad 0.02, se propaga, limpiamos los quemados, y contamos cuántos quedan. En el bosque que queda...

Ideas para el problema 1

Simulaciones: armamos una grilla de 100 lugares y tomemos un p arbitrario. Entonces, en el bosque...

- brota un árbol con probabilidad p en cada lugar vacío, cae un rayo con probabilidad 0.02, se propaga, limpiamos los quemados, y contamos cuántos quedan. En el bosque que queda...
- brota un árbol con probabilidad p en cada lugar vacío, cae un rayo con probabilidad 0.02, se propaga, limpiamos los quemados, y contamos cuántos quedan. En el bosque que queda...

Ideas para el problema 1

Simulaciones: armamos una grilla de 100 lugares y tomemos un p arbitrario. Entonces, en el bosque...

- brota un árbol con probabilidad p en cada lugar vacío, cae un rayo con probabilidad 0.02, se propaga, limpiamos los quemados, y contamos cuántos quedan. En el bosque que queda...
- brota un árbol con probabilidad p en cada lugar vacío, cae un rayo con probabilidad 0.02, se propaga, limpiamos los quemados, y contamos cuántos quedan. En el bosque que queda...
- brota un árbol con probabilidad p en cada lugar vacío, cae un rayo con probabilidad 0.02, se propaga, limpiamos los quemados, y contamos cuántos quedan. En el bosque que queda...

Ideas para el problema 1

Simulaciones: armamos una grilla de 100 lugares y tomemos un p arbitrario. Entonces, en el bosque...

- brota un árbol con probabilidad p en cada lugar vacío, cae un rayo con probabilidad 0.02, se propaga, limpiamos los quemados, y contamos cuántos quedan. En el bosque que queda...
- brota un árbol con probabilidad p en cada lugar vacío, cae un rayo con probabilidad 0.02, se propaga, limpiamos los quemados, y contamos cuántos quedan. En el bosque que queda...
- brota un árbol con probabilidad p en cada lugar vacío, cae un rayo con probabilidad 0.02, se propaga, limpiamos los quemados, y contamos cuántos quedan. En el bosque que queda...

Ideas para el problema 1

Simulaciones: armamos una grilla de 100 lugares y tomemos un p arbitrario. Entonces, en el bosque...

- brota un árbol con probabilidad p en cada lugar vacío, cae un rayo con probabilidad 0.02, se propaga, limpiamos los quemados, y contamos cuántos quedan. En el bosque que queda...
- brota un árbol con probabilidad p en cada lugar vacío, cae un rayo con probabilidad 0.02, se propaga, limpiamos los quemados, y contamos cuántos quedan. En el bosque que queda...
- brota un árbol con probabilidad p en cada lugar vacío, cae un rayo con probabilidad 0.02, se propaga, limpiamos los quemados, y contamos cuántos quedan. En el bosque que queda...

Lo hacemos 1000 veces, y calculamos el promedio.

Ideas para el problema 1

Y esto lo hacemos explorando valores de p entre 0 y 1:

Ideas para el problema 1

Y esto lo hacemos explorando valores de p entre 0 y 1:

```
import numpy as np
...
probs = []
promedios = []
valores_p = np.arange(0.0, 1.0, 0.01)
for i in range(len(valores_p)):
    ...COMPLETAR...
    probs.append(valores_p[i])
    promedios.append(...COMPLETAR...)
```

Es similar a la clase anterior, cuando había que verificar que un álbum estaba lleno.

Ideas para el problema 1

Ahora buscamos cuándo se alcanza el máximo ¿Cómo?

Ideas para el problema 1

Ahora buscamos cuándo se alcanza el máximo ¿Cómo?

¡Graficando!

Ideas para el problema 1

Ahora busquemos cuándo se alcanza el máximo ¿Cómo?

¡Graficando!

Para cada probabilidad marcamos con un punto en el plano la cantidad de árboles sobrevivientes.

Ideas para el problema 1

Ahora busquemos cuándo se alcanza el máximo ¿Cómo?

¡Graficando!

Para cada probabilidad marcamos con un punto en el plano la cantidad de árboles sobrevivientes.

¿Puede Python ayudarnos con esta tarea? ¡Claro!

Matplotlib.Pyplot

- Al igual que `random` o `numpy`, es un módulo que nos deja elegir una lista como eje x , una como eje y , y graficar.

Matplotlib.Pyplot

- Al igual que `random` o `numpy`, es un módulo que nos deja elegir una lista como eje x , una como eje y , y graficar.
- Para importarlo, hay que usar

```
import matplotlib.pyplot as plt
```

Ejemplo de Gráfico

¿Qué dirían que hace este código?

```
v1 = []  
v2 = []  
v3 = []  
numero = 0  
numero_final = 10  
while numero <= numero_final:  
    v1.append(numero)  
    v2.append(numero ** 2)  
    v3.append(numero ** 3)  
    numero = numero + 1
```

Ejemplo de Gráfico

¿Qué dirían que hace este código?

```
v1 = []
v2 = []
v3 = []
numero = 0
numero_final = 10
while numero <= numero_final:
    v1.append(numero)
    v2.append(numero ** 2)
    v3.append(numero ** 3)
    numero = numero + 1
```

La lista `v1` tiene los números del 0 al 10, la lista `v2` tiene sus cuadrados, y la lista `v3` tiene sus cubos.

Ejemplo de Gráfico

¿Qué dirían que hace este código?

```
v1 = []
v2 = []
v3 = []
numero = 0
numero_final = 10
while numero <= numero_final:
    v1.append(numero)
    v2.append(numero ** 2)
    v3.append(numero ** 3)
    numero = numero + 1
```

La lista `v1` tiene los números del 0 al 10, la lista `v2` tiene sus cuadrados, y la lista `v3` tiene sus cubos.

¡Grafiquémoslo!

Comandos para graficar

El siguiente código hace el dibujo:

```
plt.plot(v1, v2, ".")  
plt.plot(v1, v3, ".")  
plt.show()
```

Comandos para graficar

El siguiente código hace el dibujo:

```
plt.plot(v1, v2, ".")  
plt.plot(v1, v3, ".")  
plt.show()
```

Adicionalmente, podemos definir el título, el nombre de los ejes, etc.

Comandos para graficar

El siguiente código hace el dibujo:

```
plt.plot(v1, v2, ".")  
plt.plot(v1, v3, ".")  
plt.show()
```

Adicionalmente, podemos definir el título, el nombre de los ejes, etc.
Por ejemplo, en nuestro caso:

Comandos para graficar

El siguiente código hace el dibujo:

```
plt.plot(v1, v2, ".")  
plt.plot(v1, v3, ".")  
plt.show()
```

Adicionalmente, podemos definir el título, el nombre de los ejes, etc.
Por ejemplo, en nuestro caso:

```
plt.title("titulo del grafico")  
plt.xlabel("valores de x", fontsize = 16)  
plt.ylabel("valores de y", color = "blue")  
plt.plot(v1, v2, ".")  
plt.plot(v1, v3, ".")  
plt.show()
```

Comandos para graficar

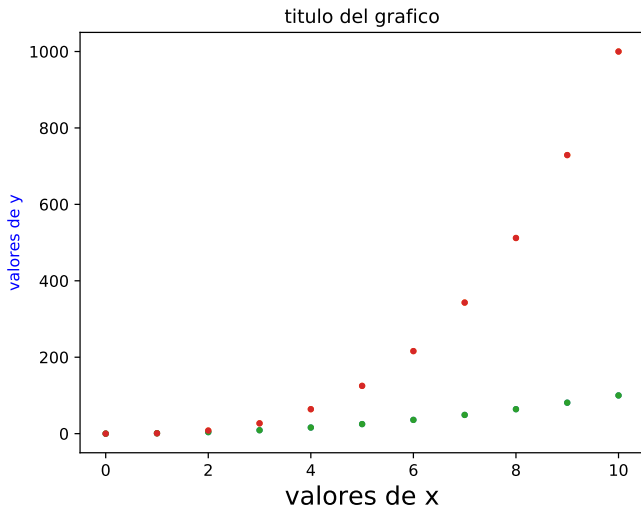
El siguiente código hace el dibujo:

```
plt.plot(v1, v2, ".")
plt.plot(v1, v3, ".")
plt.show()
```

Adicionalmente, podemos definir el título, el nombre de los ejes, etc.
Por ejemplo, en nuestro caso:

```
plt.title("titulo del grafico")
plt.xlabel("valores de x", fontsize = 16)
plt.ylabel("valores de y", color = "blue")
plt.plot(v1, v2, ".")
plt.plot(v1, v3, ".")
plt.show()
```

¡No se olviden de importar `random` y `numpy` además de `pyplot`!



¡A trabajar!

¡A pensar en el resto!