Tablero de Galton - Tarea 2

(c) Thanos Drossos

18.02.2025

Este código simula el famoso experimento del Tablero de Galton y compara los resultados de la simulación con la distribución binomial teórica esperada.

¿Qué hace el código?

1. **Simulación del Tablero de Galton:**
   - La función `galton_board_simulation(R, p_right, num_levels)` simula el proceso de dejar caer `R` balines a través de un tablero de Galton que tiene `num_levels` filas de clavos.
   - En cada nivel, un balín tiene una probabilidad `p_right` de caer hacia la derecha y `1 - p_right` de caer hacia la izquierda.
   - La función retorna una lista que representa la distribución de los balines en las posibles posiciones finales en la parte inferior del tablero.
2. **Cálculo de la Distribución Binomial Esperada:**
   - La función `binomial_expected_distribution(R, p_right, num_levels)` calcula la distribución binomial teórica que se espera observar en un Tablero de Galton ideal.
   - Utiliza la fórmula de la probabilidad binomial para calcular la probabilidad de que un balín termine en cada posición final posible.
   - Retorna una lista de los conteos esperados de balines en cada posición final.
3. **Comparación y Visualización:**
   - El código principal define los parámetros del experimento: número de balines (`R`), probabilidad de ir a la derecha (`p_right`) y número de niveles (`num_levels`).
   - Llama a las funciones de simulación y cálculo teórico.
   - Imprime los resultados de la simulación.
   - Genera un gráfico de barras que muestra la distribución de los resultados de la simulación y una línea que representa la distribución binomial esperada, permitiendo una comparación visual entre ambos.

Cómo funciona?

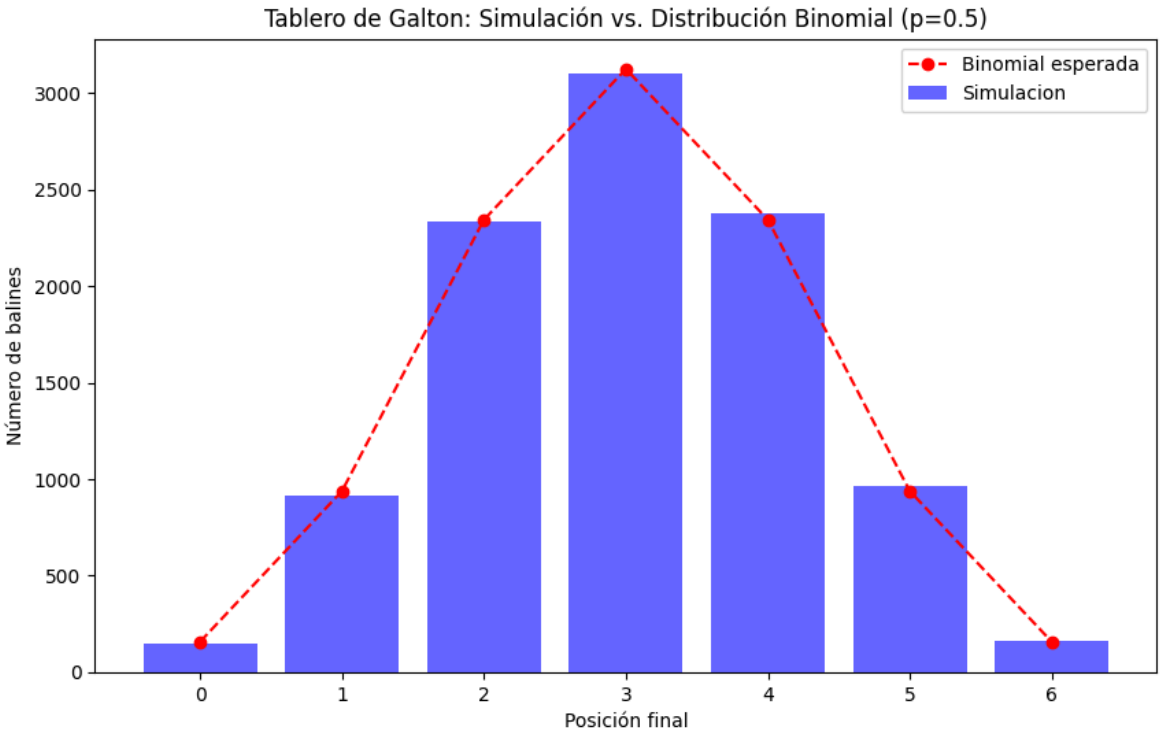
- **Simulación:** La simulación se basa en la generación de números aleatorios para determinar la trayectoria de cada balín a través del tablero. La posición final de cada balín se incrementa dependiendo de si el número aleatorio generado es menor que `p_right` .

- **Distribución Binomial:** La distribución binomial se calcula utilizando la función `math.comb` para obtener los coeficientes binomiales y la fórmula de la probabilidad binomial.
- **Visualización:** La biblioteca `matplotlib.pyplot` se utiliza para crear un gráfico de barras y una línea que representan las distribuciones simuladas y teóricas, respectivamente.

In [4]:
```
import random
import math
import matplotlib.pyplot as plt

def galton_board_simulation(R, p_right=0.5, num_levels=6):
    """
    Simula la caída de R balines a través de un tablero de Galton con 'num_level
    resultando en (num_levels + 1) posibles posiciones finales.

    Parámetros:
    -----------
    R : int
        Número de balines a soltar.
    p_right : float
        Probabilidad de que el balín vaya a la derecha en cada paso (0 <= p_righ
    num_levels : int
        Número de filas (o niveles) en el tablero. El número de estados finales

    Returns:
    --------
    distribution : list
        Lista de longitud (num_levels + 1) con las frecuencias de balines en cad
    """
    distribution = [0] * (num_levels + 1)  # Contadores para cada posición final

    for _ in range(R):
        position = 0
        for _ in range(num_levels):
            # Generamos un número aleatorio en [0, 1)
            rnd = random.random()
            # Si rnd < p_right, cae a la derecha
            if rnd < p_right:
                position += 1
        distribution[position] += 1

    return distribution

def binomial_expected_distribution(R, p_right, num_levels):
    """
    Calcula la distribución binomial esperada (en términos de conteos esperados)
    para compararla con los resultados de la simulación.

    P(X = k) = C(num_levels, k) * (p_right^k) * ((1 - p_right)^(num_levels - k))
    Retorna una lista de tamaño (num_levels + 1) con los conteos esperados.
    """
    expected_counts = []
    for k in range(num_levels + 1):
        prob_k = math.comb(num_levels, k) * (p_right**k) * ((1 - p_right)**(num_
        expected_counts.append(R * prob_k)
    return expected_counts
```

```
def galton_board_results(R=10000, p_right=0.5, num_levels=6):
    results = galton_board_simulation(R, p_right, num_levels)
    expected_counts = binomial_expected_distribution(R, p_right, num_levels)

    print(f"Resultados de la simulación con {R} balines:")
    for pos, count in enumerate(results):
        print(f"  Posición final {pos}: {count} balines")

    plt.figure(figsize=(10, 6))
    plt.bar(range(num_levels + 1), results, color='blue', alpha=0.6, label='Simu
    plt.plot(range(num_levels + 1), expected_counts, 'o--r', label='Binomial esp

    plt.title("Tablero de Galton: Simulación vs. Distribución Binomial (p={})".f
    plt.xlabel("Posición final")
    plt.ylabel("Número de balines")
    plt.legend()
    plt.show()



if __name__ == "__main__":
    galton_board_results(R=10000, p_right=0.5, num_levels=6)
    galton_board_results(R=10000, p_right=0.7, num_levels=6)
```

```
Resultados de la simulación con 10000 balines:
  Posición final 0: 146 balines
  Posición final 1: 917 balines
  Posición final 2: 2332 balines
  Posición final 3: 3105 balines
  Posición final 4: 2378 balines
  Posición final 5: 961 balines
  Posición final 6: 161 balines
```



```
Resultados de la simulación con 10000 balines:
  Posición final 0: 8 balines
  Posición final 1: 103 balines
  Posición final 2: 583 balines
  Posición final 3: 1857 balines
  Posición final 4: 3307 balines
  Posición final 5: 2951 balines
  Posición final 6: 1191 balines
```