

# Informe del proyecto Simulación de eventos discretos

Ernesto Roussell Zurita  
Carlos Mario Chang Jardínez  
Carlos Manuel García Rodríguez  
C312

May 29, 2024

## **Abstract**

Este es un proyecto totalmente académico en el que se busca simular el comportamiento de un sistema de colas en una biblioteca, con el fin de analizar los datos resultantes.

# 1 Introducción

## Descripción del problema

El problema planteado pedía obtener unas estadísticas de un sistema de colas en una biblioteca, dado los datos de la distribución que seguía la llegada de personas a la biblioteca y el tiempo que se demoraba en atenderlos el bibliotecario debíamos obtener entre otros datos:

- El tiempo promedio que una persona pasaba esperando en la cola.
- La longitud promedio de la cola.
- La probabilidad de que se formara cola en la biblioteca.
- Que tanto tiempo libre tenía el bibliotecario.

## Acercamiento al problema

Nuestra idea de proyecto fue implementar un modelo para simular el transcurso del tiempo en la biblioteca, la llegada de las personas en un tiempo determinado y un bibliotecario atendiéndolas, las variables que describen el problema y que hay que tener en cuenta son:

- La media de personas llegadas por hora, que sigue una distribución de Poisson.
- La media de tiempo que se demora el bibliotecario en atender a una persona que sigue una distribución exponencial.

# 2 Detalles de implementación

Primero debíamos tener una forma de generar variables aleatorias que siguieran las distribuciones Poisson y exponencial. Para ello usamos la biblioteca *numpy* de python, que con *numpy.random.poisson* y *numpy.random.exponential* genera variables aleatorias siguiendo esas distribuciones. Ese fue uno de los motivos por el cual elegimos Python como lenguaje para la implementación del modelo.

## Abstracción del problema

Para la implementación definimos los dos tipos de eventos que vamos a manejar en la simulación:

- Una persona llega a la biblioteca.
- Una persona se termina de atender en el mostrador.

La idea principal es mantener una cola de prioridad de eventos en la cual la prioridad es el tiempo o momento en que ocurrirá el evento. En esta cola de prioridad los eventos de llegadas de personas ya vienen determinados, y los eventos de terminar de atender a alguien son los que se van añadiendo. Gracias a esto estamos logrando simular el tiempo que es una variable continua de forma discreta, ya que el algoritmo solo va manejando los eventos, y a partir del tiempo que ocurrieron esos eventos es que se recopilan los datos. Para mayor precisión la unidad de medida del tiempo manejada en la simulación es segundos.

En cada iteración de la simulación se almacenaban auxiliándonos de variables y estructuras de datos lo siguiente: cuanto tiempo estuvo libre el bibliotecario, cuanto tiempo hubo *i* personas en la cola, cuanto tiempo esperó cada persona en la cola antes de ser atendido, etc. A continuación mostramos un pequeño fragmento en pseudo-código de la parte central del algoritmo que maneja los eventos:

```
1 while not events.empty():
2     event = events.get()
3     transcur_time = event.time - actual_time
4     actual_time = event.time
5     if free_worker:
6         total_articles += (transcur_time * 22) // 3600
7     number_waiting_persons_in_time[waiting_person_count] +=
        transcur_time
8     if event[1] is EventType.ARRIVE:
9         waiting_persons.put((event.time))
10    if event[1] is EventType.FINISH:
11        free_worker = True
12    if free_worker:
13        if not waiting_persons.empty():
14            person = waiting_persons.get()
15            people_awaiting_time.append(actual_time - person)
16            events.put(
17                (
18                    np.random.exponential(self._service_delay)
19                    + actual_time,
20                    EventType.FINISH,
21                )
22            )
23            free_worker = False
```

### 3 Resultados

A continuación se muestran los resultados obtenidos tras realizar la simulación durante 100 días. Los resultados principales incluyen:

- El tiempo promedio que una persona pasa esperando en la cola.
- La longitud promedio de la cola.
- La cantidad total de artículos procesados por el bibliotecario.
- Tiempo promedio de espera: de 3 a 4 minutos.
- Longitud promedio de la cola: 0.42 personas.
- Total de artículos procesados por día: 44

### 4 Conclusiones

A partir de la simulación, podemos concluir que:

- El tiempo de espera promedio en la cola es razonablemente bajo, lo cual sugiere que el sistema de atención es eficiente.
- La longitud promedio de la cola indica que raramente se forman colas largas, lo cual es deseable en un entorno de biblioteca.
- El bibliotecario tiene un tiempo libre moderado, permitiéndole realizar otras tareas necesarias.

La simulación proporciona una herramienta útil para analizar y mejorar el sistema de atención en la biblioteca. Futuras mejoras al modelo podrían incluir variaciones en los patrones de llegada y servicio, así como la inclusión de múltiples bibliotecarios para analizar su impacto en el rendimiento del sistema.