

## **Fila en un supermercado**

**Integrantes:** Marco Chiliguano, Emilio Jaramillo, Josue Torres, José Riofrío

Este proyecto consiste en una aplicación que simula el proceso de atención de clientes en un supermercado, considerando varias cajas normales y una caja express. El sistema genera de forma aleatoria la cantidad de clientes, artículos y tiempo de atención, permitiendo observar el comportamiento de las filas y los tiempos totales de servicio.

El objetivo principal es evaluar la eficiencia en la que operan las cajas, identificar cuál ofrece un servicio más rápido bajo diferentes condiciones y analizar la efectividad de la caja express frente a las normales, la simulación incluye una visualización dinámica del proceso y un informe final con estadísticas de tiempo y recomendaciones prácticas.

### **Objetivos**

- Calcular el tiempo total de atención y espera en cada caja.
- Comparar el rendimiento entre cajas normales y express.
- Visualizar de forma dinámica la atención de los clientes.
- Ofrecer recomendaciones para mejorar la gestión de filas y el servicio.

### **Configuración del Escenario**

Antes de iniciar la simulación, el usuario define el entorno donde ocurrirá la atención. Se pueden establecer de una a cinco cajas normales, junto con un rango mínimo y máximo de personas por caja.

El sistema genera aleatoriamente la cantidad de clientes en cada fila dentro de ese rango, lo que produce escenarios variables en cada ejecución. La caja express, por diseño, tiende a recibir un número ligeramente superior de clientes para representar su mayor uso por parte de personas con pocas compras.

Además, internamente se asignan valores aleatorios al número de artículos por persona y al tiempo de cobro. Estas variables influyen directamente en el tiempo de atención total, creando condiciones realistas que simulan el comportamiento cotidiano en un supermercado.

### **Desarrollo de la Simulación**

Cada caja se representa como un rectángulo y las personas como círculos dispuestos en fila. A medida que el sistema avanza, los clientes son atendidos uno por uno y desaparecen de la pantalla, lo que simboliza su salida del sistema.

Durante el proceso, el programa muestra información relevante: qué cliente está siendo atendido, cuántos artículos tiene y cuál es su tiempo estimado de servicio. Esta dinámica permite observar en tiempo real cómo se reducen las filas y cómo varían los tiempos de atención entre cajas.

Cuando la simulación finaliza, se genera un informe detallado que resume los resultados obtenidos: tiempo total de atención por caja, tiempo promedio por cliente, y la caja que logró completar su fila más rápido, además, emite una recomendación automática sobre cuál caja convendría elegir en caso de que llegue un nuevo cliente.

### Lógica de Funcionamiento y Cálculo

La estimación del tiempo de atención de cada cliente se basa en una fórmula sencilla pero efectiva. Cada persona tiene un número de artículos que multiplica un tiempo promedio por artículo, al que se suma un tiempo adicional de cobro. La suma de estos valores determina el tiempo total de atención individual.

Posteriormente, el sistema acumula los tiempos de todos los clientes en una misma caja para calcular el tiempo global de servicio de esa fila. La caja con menor tiempo total se identifica como la más eficiente, lo que permite realizar comparaciones entre distintas configuraciones y cargas de trabajo.

### Visualización

La representación gráfica de la simulación convierte los datos numéricos en una experiencia visual, cada caja aparece en pantalla junto a su respectiva fila de clientes, y la caja express se distingue mediante un color especial. La desaparición gradual de los clientes atendidos facilita la comprensión del proceso, permitiendo observar de un vistazo cuál caja trabaja con mayor fluidez.



## Limitaciones

- Los resultados pueden variar en cada ejecución, debido al uso de números aleatorios en los parámetros internos.
- La eficiencia de la caja express depende de la carga de trabajo y no siempre resulta superior.
- El sistema no considera interrupciones o llegadas imprevistas de clientes.

## Casos de Prueba

### Caso 1

**Escenario :** Carga Baja

**Parámetros:** Cajas = 2. Mínimo Personas = 1. Máximo Personas = 2

**Descripción:** Filas cortas, atención rápida y simulación breve.



Resumen de los Resultados de la Simulación					
<b>Normal 2:</b>					
Cliente 1: 45 productos   Pago: efectivo   Cajero: normal   Tiempo: 4.25 min					
Cliente 2: 49 productos   Pago: tarjeta   Cajero: normal   Tiempo: 4.33 min					
- Tiempo total: 8.58 min					
Express:					
Cliente 1: 1 productos   Pago: efectivo   Cajero: inexperto   Tiempo: 0.65 min					
Cliente 2: 5 productos   Pago: efectivo   Cajero: inexperto   Tiempo: 1.00 min					
Cliente 3: 4 productos   Pago: efectivo   Cajero: inexperto   Tiempo: 0.80 min					
Cliente 4: 5 productos   Pago: efectivo   Cajero: normal   Tiempo: 0.92 min					
Cliente 5: 6 productos   Pago: tarjeta   Cajero: inexperto   Tiempo: 1.15 min					
- Tiempo total: 4.37 min					
Caja más rápida: Express (4.37 min)					
<b>Normal 2:</b>					
Cliente 1: 26 productos   Pago: tarjeta   Cajero: inexperto   Tiempo: 4.15 min					
- Tiempo total: 4.15 min					
Express:					
Cliente 1: 10 productos   Pago: efectivo   Cajero: normal   Tiempo: 1.33 min					
Cliente 2: 10 productos   Pago: tarjeta   Cajero: inexperto   Tiempo: 1.75 min					
Cliente 3: 4 productos   Pago: efectivo   Cajero: normal   Tiempo: 0.83 min					
Cliente 4: 1 productos   Pago: tarjeta   Cajero: inexperto   Tiempo: 0.40 min					
Cliente 5: 9 productos   Pago: tarjeta   Cajero: normal   Tiempo: 1.00 min					
- Tiempo total: 5.32 min					
Caja más rápida: Normal 1 (3.35 min)					
Resumen de los Resultados de la Simulación					
<b>Normal 2:</b>					
- Tiempo total: 4.10 min					
Express:					
Cliente 1: 10 productos   Pago: tarjeta   Cajero: normal   Tiempo: 1.68 min					
Cliente 2: 6 productos   Pago: efectivo   Cajero: inexperto   Tiempo: 1.55 min					
Cliente 3: 6 productos   Pago: efectivo   Cajero: inexperto   Tiempo: 1.15 min					
Cliente 4: 5 productos   Pago: efectivo   Cajero: inexperto   Tiempo: 1.25 min					
Cliente 5: 9 productos   Pago: efectivo   Cajero: normal   Tiempo: 1.25 min					
Cliente 6: 6 productos   Pago: tarjeta   Cajero: normal   Tiempo: 0.75 min					
Cliente 7: 4 productos   Pago: efectivo   Cajero: normal   Tiempo: 0.58 min					
Cliente 8: 4 productos   Pago: tarjeta   Cajero: inexperto   Tiempo: 0.85 min					
- Tiempo total: 8.47 min					
Caja más rápida: Normal 2 (4.10 min)					
Resumen de los Resultados de la Simulación					
<b>Normal 2:</b>					
Cliente 1: 41 productos   Pago: efectivo   Cajero: inexperto   Tiempo: 6.65 min					
Cliente 2: 10 productos   Pago: efectivo   Cajero: inexperto   Tiempo: 3.35 min					
- Tiempo total: 10.00 min					
Express:					
Cliente 1: 10 productos   Pago: tarjeta   Cajero: inexperto   Tiempo: 1.75 min					
Cliente 2: 3 productos   Pago: tarjeta   Cajero: inexperto   Tiempo: 0.70 min					
Cliente 3: 7 productos   Pago: tarjeta   Cajero: normal   Tiempo: 0.83 min					
Cliente 4: 3 productos   Pago: tarjeta   Cajero: inexperto   Tiempo: 0.70 min					
Cliente 5: 5 productos   Pago: tarjeta   Cajero: inexperto   Tiempo: 1.30 min					
- Tiempo total: 5.28 min					
Caja más rápida: Normal 1 (2.20 min)					

En el primer caso de prueba , al tener probabilidad de gente que de la caja normal, la caja normal es mas rapida

## Caso 2

### Escenario : Carga Moderada Equilibrada

**Parámetros:** Cajas normales = 3. Mínimo Personas = 5. Máximo Personas = 8

**Descripción:** Variaciones visibles entre cajas, observar cual termina primero.



Resumen de los resultados de la simulación				
<b>Express:</b>				
Cliente 1: 3 productos   Pago: efectivo   Cajero: normal   Tiempo: 0.75 min Cliente 2: 5 productos   Pago: efectivo   Cajero: normal   Tiempo: 0.85 min Cliente 3: 1 productos   Pago: efectivo   Cajero: inexperto   Tiempo: 0.58 min Cliente 4: 4 productos   Pago: efectivo   Cajero: inexperto   Tiempo: 1.10 min Cliente 5: 1 productos   Pago: efectivo   Cajero: normal   Tiempo: 0.33 min Cliente 6: 2 productos   Pago: efectivo   Cajero: inexperto   Tiempo: 0.67 min Cliente 7: 2 productos   Pago: tarjeta   Cajero: normal   Tiempo: 0.42 min Cliente 8: 6 productos   Pago: tarjeta   Cajero: inexperto   Tiempo: 1.15 min Cliente 9: 9 productos   Pago: efectivo   Cajero: inexperto   Tiempo: 1.85 min Cliente 10: 5 productos   Pago: tarjeta   Cajero: inexperto   Tiempo: 1.60 min - Tiempo total: 9.95 min				
▼ Caja más rápida: Express (9.95 min)				

Resumen de los resultados de la simulación				
<b>Normal 1:</b>				
Cliente 1: 7 productos   Pago: tarjeta   Cajero: inexperto   Tiempo: 1.30 min Cliente 2: 4 productos   Pago: efectivo   Cajero: inexperto   Tiempo: 0.85 min Cliente 3: 8 productos   Pago: efectivo   Cajero: inexperto   Tiempo: 1.70 min Cliente 4: 10 productos   Pago: tarjeta   Cajero: normal   Tiempo: 1.08 min Cliente 5: 1 productos   Pago: efectivo   Cajero: normal   Tiempo: 0.58 min Cliente 6: 3 productos   Pago: tarjeta   Cajero: normal   Tiempo: 0.70 min Cliente 7: 5 productos   Pago: efectivo   Cajero: normal   Tiempo: 0.95 min Cliente 8: 3 productos   Pago: efectivo   Cajero: inexperto   Tiempo: 0.92 min Cliente 9: 6 productos   Pago: efectivo   Cajero: normal   Tiempo: 0.95 min Cliente 10: 3 productos   Pago: efectivo   Cajero: inexperto   Tiempo: 0.92 min Cliente 11: 5 productos   Pago: efectivo   Cajero: normal   Tiempo: 0.92 min Cliente 12: 8 productos   Pago: tarjeta   Cajero: normal   Tiempo: 0.92 min Cliente 13: 9 productos   Pago: tarjeta   Cajero: inexperto   Tiempo: 1.60 min - Tiempo total: 13.93 min				
▼ Caja más rápida: Normal 1 (13.93 min)				

En este caso de prueba se ve que la caja mas rápida comúnmente es la expres.

### Caso 3

#### Escenario : Alta Carga

**Parámetros:** Cajas = 5. Mínimo Personas = 6. Máximo Personas = 10

**Descripción:** Filas largas, analizar si la caja express mantiene su ventaja.



Resumen de los resultados de la simulación				
<b>Express:</b>				
Cliente 1: 7 productos   Pago: tarjeta   Cajero: inexperto   Tiempo: 1.30 min Cliente 2: 4 productos   Pago: efectivo   Cajero: inexperto   Tiempo: 0.85 min Cliente 3: 6 productos   Pago: tarjeta   Cajero: normal   Tiempo: 0.75 min Cliente 4: 6 productos   Pago: efectivo   Cajero: normal   Tiempo: 1.00 min Cliente 5: 8 productos   Pago: efectivo   Cajero: inexperto   Tiempo: 1.70 min Cliente 6: 8 productos   Pago: tarjeta   Cajero: normal   Tiempo: 0.92 min Cliente 7: 10 productos   Pago: efectivo   Cajero: normal   Tiempo: 1.33 min Cliente 8: 2 productos   Pago: tarjeta   Cajero: inexperto   Tiempo: 0.55 min Cliente 9: 2 productos   Pago: efectivo   Cajero: inexperto   Tiempo: 0.55 min Cliente 10: 9 productos   Pago: efectivo   Cajero: normal   Tiempo: 1.25 min - Tiempo total: 13.83 min				
▼ Caja más rápida: Express (13.83 min)				

Resumen de los resultados de la simulación				
<b>Normal 1:</b>				
Cliente 1: 4 productos   Pago: efectivo   Cajero: normal   Tiempo: 0.83 min Cliente 2: 6 productos   Pago: efectivo   Cajero: inexperto   Tiempo: 1.15 min Cliente 3: 1 productos   Pago: efectivo   Cajero: normal   Tiempo: 0.83 min Cliente 4: 8 productos   Pago: tarjeta   Cajero: inexperto   Tiempo: 1.75 min Cliente 5: 3 productos   Pago: tarjeta   Cajero: inexperto   Tiempo: 0.70 min Cliente 6: 10 productos   Pago: efectivo   Cajero: normal   Tiempo: 1.33 min Cliente 7: 5 productos   Pago: efectivo   Cajero: normal   Tiempo: 0.82 min Cliente 8: 10 productos   Pago: efectivo   Cajero: normal   Tiempo: 1.40 min Cliente 9: 5 productos   Pago: efectivo   Cajero: normal   Tiempo: 0.92 min Cliente 10: 6 productos   Pago: efectivo   Cajero: inexperto   Tiempo: 0.85 min - Tiempo total: 13.83 min				
▼ Caja más rápida: Normal 1 (13.83 min)				

Resumen de los Resultados de la Simulación					
<b>Normal 1:</b> Cliente 3   4 prod   tarjeta   Cajero: normal   Tiempo: 0.83 min					
Cliente 4: 6 productos	Pago: efectivo	Cajero: inexperto	Tiempo: 1.15 min		
Cliente 5: 9 productos	Pago: tarjeta	Cajero: normal	Tiempo: 1.25 min		
Cliente 6: 10 productos	Pago: efectivo	Cajero: inexperto	Tiempo: 1.75 min		
Cliente 7: 3 productos	Pago: tarjeta	Cajero: inexperto	Tiempo: 1.70 min		
Cliente 8: 10 productos	Pago: efectivo	Cajero: normal	Tiempo: 1.30 min		
Cliente 9: 10 productos	Pago: efectivo	Cajero: normal	Tiempo: 1.30 min		
Cliente 10: 4 productos	Pago: efectivo	Cajero: normal	Tiempo: 0.85 min		
Cliente 11: 5 productos	Pago: efectivo	Cajero: normal	Tiempo: 0.92 min		
Cliente 12: 6 productos	Pago: efectivo	Cajero: inexperto	Tiempo: 1.40 min		
Cliente 13: 4 productos	Pago: tarjeta	Cajero: inexperto	Tiempo: 0.85 min		
- Tiempo total: 13.83 min					
Caja más rápida: Normal 1 (13.83 min)					
Resumen de los Resultados de la Simulación					
<b>Express:</b> Cliente 2: 7 productos   Pago: tarjeta   Cajero: inexperto   Tiempo: 1.30 min					
Cliente 3: 2 productos	Pago: efectivo	Cajero: normal	Tiempo: 0.55 min		
Cliente 4: 5 productos	Pago: efectivo	Cajero: inexperto	Tiempo: 0.80 min		
Cliente 5: 2 productos	Pago: efectivo	Cajero: inexperto	Tiempo: 1.40 min		
Cliente 6: 6 productos	Pago: efectivo	Cajero: inexperto	Tiempo: 0.58 min		
Cliente 7: 1 producto	Pago: efectivo	Cajero: normal	Tiempo: 0.58 min		
Cliente 8: 4 productos	Pago: efectivo	Cajero: normal	Tiempo: 0.83 min		
Cliente 9: 3 productos	Pago: efectivo	Cajero: normal	Tiempo: 0.83 min		
Cliente 10: 8 productos	Pago: efectivo	Cajero: normal	Tiempo: 1.17 min		
Cliente 11: 5 productos	Pago: tarjeta	Cajero: normal	Tiempo: 0.67 min		
Cliente 12: 8 productos	Pago: efectivo	Cajero: inexperto	Tiempo: 1.70 min		
- Tiempo total: 11.12 min					
Caja más rápida: Express (11.12 min)					

Podemos observar que la caja express sigue manteniendo la ventaja y es la más eficiente

## Caso 4

### Escenario : Express Sobrecargada

**Parámetros:** Cajas = 2. Mínimo Personas = 3. Máximo Personas = 5.

**Descripción:** Verificar si la express se vuelve menos eficiente al tener más clientes.



Resumen de los Resultados de la Simulación					
<b>Express:</b> Cliente 1: 3 productos   Pago: tarjeta   Cajero: inexperto   Tiempo: 0.40 min					
Cliente 2: 7 productos	Pago: tarjeta	Cajero: inexperto	Tiempo: 1.30 min		
Cliente 3: 2 productos	Pago: tarjeta	Cajero: inexperto	Tiempo: 0.55 min		
Cliente 4: 5 productos	Pago: efectivo	Cajero: normal	Tiempo: 0.55 min		
Cliente 5: 7 productos	Pago: efectivo	Cajero: normal	Tiempo: 1.08 min		
Cliente 6: 8 productos	Pago: efectivo	Cajero: inexperto	Tiempo: 1.70 min		
Cliente 7: 2 productos	Pago: efectivo	Cajero: normal	Tiempo: 0.67 min		
Cliente 8: 3 productos	Pago: efectivo	Cajero: inexperto	Tiempo: 0.67 min		
Cliente 9: 5 productos	Pago: efectivo	Cajero: normal	Tiempo: 0.75 min		
Cliente 10: 5 productos	Pago: tarjeta	Cajero: normal	Tiempo: 0.67 min		
- Tiempo total: 8.38 min					
Caja más rápida: Express (8.38 min)					
Resumen de los Resultados de la Simulación					
<b>Normal 1:</b> Cliente 1: 10 prod   tarjeta   Cajero: normal   Tiempo: 1.60 min					
Cliente 2: 4 productos	Pago: efectivo	Cajero: normal	Tiempo: 1.10 min		
Cliente 3: 7 productos	Pago: efectivo	Cajero: inexperto	Tiempo: 1.55 min		
Cliente 4: 10 productos	Pago: efectivo	Cajero: normal	Tiempo: 1.33 min		
Cliente 5: 5 productos	Pago: efectivo	Cajero: normal	Tiempo: 1.33 min		
Cliente 6: 7 productos	Pago: tarjeta	Cajero: inexperto	Tiempo: 0.58 min		
Cliente 7: 4 productos	Pago: tarjeta	Cajero: normal	Tiempo: 0.40 min		
Cliente 8: 1 productos	Pago: tarjeta	Cajero: inexperto	Tiempo: 1.25 min		
Cliente 9: 5 productos	Pago: efectivo	Cajero: inexperto	Tiempo: 9.43 min		
- Tiempo total: 9.43 min					
Caja más rápida: Normal 2 (7.83 min)					
Resumen de los Resultados de la Simulación					
<b>Normal 2:</b> Cliente 1: 7 productos   Pago: efectivo   Cajero: normal   Tiempo: 1.60 min					
Cliente 2: 2 productos	Pago: tarjeta	Cajero: inexperto	Tiempo: 1.25 min		
Cliente 3: 5 productos	Pago: efectivo	Cajero: inexperto	Tiempo: 0.95 min		
Cliente 4: 3 productos	Pago: tarjeta	Cajero: inexperto	Tiempo: 0.40 min		
Cliente 5: 1 producto	Pago: tarjeta	Cajero: inexperto	Tiempo: 1.10 min		
Cliente 6: 4 productos	Pago: efectivo	Cajero: inexperto	Tiempo: 1.10 min		
Cliente 7: 8 productos	Pago: efectivo	Cajero: inexperto	Tiempo: 1.70 min		
Cliente 8: 9 productos	Pago: efectivo	Cajero: inexperto	Tiempo: 1.45 min		
Cliente 9: 8 productos	Pago: tarjeta	Cajero: inexperto	Tiempo: 12.08 min		
- Tiempo total: 11.45 min					
Caja más rápida: Normal 2 (11.45 min)					

Aquí podemos observar que la caja express pierde un poco de eficacia y la caja normal es más eficiente

## **Conclusiones**

- La simulación permite comprender de forma visual como las variaciones en el número de cajas, la cantidad de clientes y los tiempos de atención afectan la eficiencia del servicio.

Los resultados evidencian que la caja express es ventajosa en escenarios de baja o media demanda, pero pierde eficacia cuando la carga de clientes se incrementa demasiado.

- Por la simulación y los casos de prueba podemos concluir que la caja express es más rápida.
- Este tipo de modelo constituye una herramienta práctica para planificar la distribución del personal, optimizar la atención y reducir los tiempos de espera en entornos comerciales.