

# PRÁCTICA MODELIZADO BASADO EN EVENTOS

## OBJETIVO

El objetivo de esta segunda práctica es llevar a cabo una simulación sencilla basada en un modelo orientado a eventos. El modelo a simular será una hamburguesería llamada McBurger.

## BREVE DESCRIPCIÓN DEL MODELO

Al igual que en los demás establecimientos de este tipo, a la hamburguesería McBurger llegan clientes para ser atendidos por los dependientes. Tras realizar su pedido, quedan a la espera de que este sea realizado por cocina. La comunicación con cocina la lleva a cabo el dependiente. Al recibir el pedido, el cliente abona el pago y finalmente abandona el establecimiento.

Los clientes no pasarán a atender un nuevo cliente hasta que no hayan recibido el pago. Los cocineros cocinan una única comanda a la vez y hasta que no la terminen no continúan con la siguiente.

## ENTIDADES

A partir de la descripción anterior puede deducirse que nuestro modelo contará con tres clases de entidades:

- **Clientes**, que realizarán las actividades de esperar para realizar la comanda, hacer la comanda, esperar a que se le entregue la comanda y pagar la comanda. Tendrán un tiempo de pago asociado que en nuestro caso seguirá una distribución exponencial de media 1,5 minutos.
- **Dependientes**, que realizarán las actividades de esperar a que lleguen clientes, tomar la comanda, esperar a que se haga la comanda, y recibir el pago de la comanda. Tendrá un tiempo de toma de la comanda asociado que seguirá una distribución exponencial de media 4 minutos. Inicialmente contaremos con 3 dependientes.
- **Cocineros**, que realizarán las actividades de esperar petición de comanda y cocinar la comanda. Tendrá un tiempo de cocina de la comanda que seguirá una distribución exponencial de media 7 minutos. Inicialmente contaremos con 1 cocinero.

## EVENTOS

\*Consultar el directorio *diagrams* para revisar los diagramas UML.

Las actividades de las clases de entidades que acabamos de mencionar estarían delimitadas por 5 tipos de eventos:

- **Llegada de un cliente** (ClientArrivalEvent). Será un evento que se produzca continuamente con una separación temporal que sigue una distribución exponencial de media 5 minutos. Si hay algún dependiente libre, se le toma la comanda al cliente.
- **Fin de la toma de la comanda** (OrderTakenEvent). El dependiente termina de tomarle la comanda al cliente. El cliente pasa a la cola de esperar el pedido y el dependiente hace cola para trasladar el pedido a cocina. Si hay algún cocinero disponible este comienza a realizar el pedido.
- **Fin de la preparación de la comanda** (OrderCookedEvent). El dependiente entrega la comanda al cliente, que comienza a realizar el pago. Si hay más dependientes esperando a que cocinen su comanda, el chef se pone con ello. En caso contrario espera en la cola de chefs. Este evento es la causa de que se haya tomado la decisión de diseño de incluir como atributo de los dependientes el cliente al que están atendiendo: en caso de que tras terminar el cocinero una comanda hubiese un nuevo dependiente esperando para darle otra, el cocinero (que es el que lleva a cabo este evento) no tendría forma de conocer al cliente del que proviene la comanda y este es un dato necesario para ordenar que se inicie el cobro.
- **Fin del pago de la comanda** (PaymentEndEvent). Una vez finalizado el pago, el cliente abandona el local. En caso de que haya un nuevo cliente esperando, este es atendido por el dependiente que acaba de quedar libre, sino se queda en una cola de espera.
- **Generación de clientes** (ClientGeneratorEvent). Se crearán continuamente clientes que irán realizando llegadas al local.

## COLAS

Para llevar a cabo la relación de eventos y actividades anteriores son necesarias las siguientes colas:

- Clientes
  - **clientQueue1**: Cola de espera a que quede algún dependiente libre y le tome la comanda.
  - **clientQueue2**: Cola de espera a que el pedido esté cocinado para proceder a su pago.
- Dependientes
  - **cashierQueue1**: Cola de espera a que lleguen nuevos clientes al local para ser atendidos.
  - **cashierQueue2**: Cola de espera a que queden chefs libres.
  - **cashierQueue3**: Cola de espera a que el pedido del cliente atendido sea completado en cocina. Esta cola es necesaria a efectos de contabilizar el tiempo ocioso de los chefs.

- Cocineros
  - **chefQueue:** Cola de espera a recibir nuevas comandas transmitidas por los cajeros.

## RESULTADOS

\*Consultar hoja de excel adjunta para comprobar la obtención de estos resultados y el uso de distintas semillas.

**5. ¿Cuál es el tiempo medio de espera global del cliente? Desglosa este tiempo en lo esperado en la cola y lo esperado a que se prepare la comida.**

PROMEDIO ESPERA CLIENTE EN COLA					
Duración simulación (minutos)	300	900	1500	6000	24000
Duración simulación (horas)	5	15	25	100	400
Tiempo promedio espera (minutos)	32,50	113,17	189,44	880,65	3.231,55
PROMEDIO ESPERA CLIENTE PREPARACIÓN COMIDA					
Duración simulación (minutos)	300	900	1500	6000	24000
Duración simulación (horas)	5	15	25	100	400
Tiempo promedio espera (minutos)	13,72	15,15	15,44	16,27	16,31
<b>TIEMPO MEDIO GLOBAL DE ESPERA CLIENTE</b>	<b>46,22</b>	<b>128,32</b>	<b>204,88</b>	<b>896,92</b>	<b>3.247,86</b>
<b>PROMEDIO</b>	904,84				

Considerando la media de los 5 tiempos de simulación escogidos, vemos que el tiempo promedio de espera del cliente es 904,84 minutos (15 horas): 889,46 minutos esperando a ser atendidos y 15,38 a que el pedido esté listo. Esta media supera por mucho al resultado que obtendríamos si escogiésemos como tiempo de simulación las horas de apertura de cualquier establecimiento de comida (900 minutos o 15 horas) para el que obtendríamos una espera media de 128,32 minutos (2,13 horas). Esta diferencia, así como la existente entre tiempo de espera a ser atendido y recogida de pedido, se debe al impacto del cuello de botella que se forma provocado por la falta de cocineros, que aumenta con un mayor tiempo de simulación.

**6. ¿Cuál es el porcentaje de tiempo que los dependientes están ociosos?**

<b>TOTAL TIEMPO ESPERA DEPENDIENTE A LLEGADA DE CLIENTES</b>					
Duración simulación (minutos)	300	900	1500	6000	24000
Duración simulación (horas)	5	15	25	100	400
Total tiempo de espera (minutos)	65,66	65,66	65,64	65,60	67,47
<b>TOTAL TIEMPO ESPERA DEPENDIENTE A CHEF LIBRE</b>					
Duración simulación (minutos)	300	900	1500	6000	24000
Duración simulación (horas)	5	15	25	100	400
Total tiempo de espera (minutos)	302,87	1071,10	1843,27	7661,61	30738,28
<b>TOTAL TIEMPO ESPERA DEPENDIENTE A COMIDA PREPARADA</b>					
Duración simulación (minutos)	300	900	1500	6000	24000
Duración simulación (horas)	5	15	25	100	400
Total tiempo de espera (minutos)	256,98	836,42	1419,08	5751,28	23103,33
<b>TOTAL TIEMPO ESPERA DEPENDIENTE</b>	625,51	1973,18	3327,99	13478,50	53909,08
<b>% ESPERA</b>	69,50%	73,08%	73,96%	74,88%	74,87%
<b>PROMEDIO</b>	<b>73,26%</b>				

Vemos que los dependientes están ociosos por 3 motivos: por la espera a llegada de clientes, el tiempo de espera a que un chef esté libre (el mayor de los tiempos) y el tiempo de espera a que la comida que le han encargado esté cocinada. Como resultado, los cocineros están en promedio ociosos el 73,26% de su tiempo.

**7. ¿Cuál es el porcentaje de tiempo que los cocineros están ociosos?**

<b>TIEMPO ESPERA COCINEROS</b>					
Duración simulación (minutos)	300	900	1500	6000	24000
Duración simulación (horas)	5	15	25	100	400

<b>TOTAL TIEMPO ESPERA DEPENDIENTE (MIN)</b>	25,4927536 2	43,195072 46	66,61036232	210,963671 5	788,6885 99
<b>% ESPERA</b>	8,50%	4,80%	4,44%	3,52%	3,29%
<b>PROMEDIO</b>	<b>4,91%</b>				

Los cocineros solo esperan a que los dependientes les pasen comandas. Como vemos solo han estado ociosos el 4,91% del tiempo (14 veces menos que los dependientes) lo que indica que la inclusión de nuevos cocineros podría mejorar notablemente los tiempos.

**8. Si el McBurger tiene sólo 5 empleados, ¿cuál es la configuración más eficiente para minimizar el tiempo de servicio global? Considere cómo se repartirían los empleados entre dependientes y cocineros.**

Combinación	Num Dependientes	Num cocineros	Tiempo espera en la cola (min)	Tiempo espera pedido (min)	Total (min)
A	1	4	193,12	6,72	199,84
B	2	3	46,45	6,95	53,40
C	3	2	8,71	7,72	16,43
D	4	1	127,00	23,40	150,40

Se ha considerado como tiempo de simulación, el horario de apertura de un establecimiento de hostelería habitual (15 horas) para obtener resultados lo más realistas posibles. Como era razonable, a medida que aumentamos el número de dependientes disminuye el tiempo de espera de los clientes en la cola hasta que el número de cocineros se ha reducido tanto que los dependientes posiblemente estarán buena parte de su tiempo esperando a que el chef quede libre.

El mejor equilibrio se alcanza con la combinación C: 3 dependientes y 2 cocineros, caso en el que se obtiene un tiempo de espera en la cola 5 veces menor al de la siguiente mejor combinación. Aunque el tiempo de espera del pedido es ligeramente mayor, el servicio global es el triple de rápido que la segunda mejor opción con un tiempo de 16,43 minutos.