

Trabajo de grado en modalidad de aplicación

Propuesta de sistema de reserva y compra de alimentos para restaurantes tipo autoservicio

Ruben Dario Ruiz Almanza^{a,c},

Sandra Carolina Moreno Leon^{b,c}, Gabriel Zambrano Rey^{b,c}

^aEstudiante de Ingeniería Industrial

^bProfesor, Director del Proyecto de Grado, Departamento de Ingeniería Industrial

^cPontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

Resumen de diseño en Ingeniería

For many of us, lunchtime is the time of day that we most expect, because it is a space to conserve our energies through good nutrition and in this way do not see affected our daily productivity. However, a study made by a group of students from the National University of Colombia revealed that an average student loses about 20 to 30 minutes a day of their time lining up to apply for and purchase their lunch (UN, 2014). This represents approximately 250 hours of wasted time in a 10-semester career, time that students could take to study. Many restaurants have focused their efforts on getting the attention given to their customers better than the one given by the competition, which in resume they look for good care, fast and quality products. However, within these 3 points and according to the figure from the aforementioned study, rapid attention is a key factor that should still be considered to improve the customer experience. That is why the project is focused on modeling a new alternative self-service system from the existing ones; simulate a mobile application where users will be able to execute their order orders resulting in the benefit of reducing their waiting times and finally giving customers a different option from the existing service models offered by restaurant chains. This model was take from the Arrival Time Control (ATC) algorithm (Hong, Prabhu, & Wysk, 2001), which takes the time measure of discrete events and treats it as a continuous variable, adjusting it by the result of a simulation. This method has been found to produce good, feasible schedules with significantly better performance than the dispatching rules in terms of due-date deviation minimization. With this scheduling algorithm, the model has been able to adapt effectively to uncertainties (e.g. unanticipated orders, processing unit breakdown, etc) while maintaining good performance and maintaining feasibility.

Keywords: Self-Service, Waiting Time, Quick Service, Arrival Time Control

1. Justificación y planteamiento del problema

Hoy en día en las universidades, los estudiantes emplean cerca de 20 a 30 minutos de su hora de almuerzo para dirigirse al restaurante deseado, hacer fila, solicitar su orden, y recibir el pedido. Esto podría llegar a traducirse en aproximadamente 250 horas de tiempo perdido en una carrera de 10 semestres (UN, 2014). Es por eso que muchos de estos estudiantes consideran que ese tiempo perdido podría aprovecharse de forma alternativa ya sea para descansar o para dedicarlo al estudio. Sin embargo, el tiempo del que disponen los estudiantes para almorzar es muy corto, ya que muchos de ellos priorizan su agenda de obligaciones diaria frente al almuerzo. Investigaciones afirman que cerca del 60% de la población estudiantil no almuerza, o no almuerza bien (El Tiempo, 2010). Muchos de ellos expresan que su preferencia al momento de elegir qué almorzar, se ve restringida por parámetros como los horarios poco flexibles y la gran cantidad de trabajos acumulados. Lo que la gran mayoría desconoce es que una buena alimentación ayuda a que la memoria, la

capacidad de concentración y el bienestar personal no se vean alterados y que el rendimiento se mantenga en un estado óptimo (Consultores, 2015).

Lo anterior nos lleva a cuestionarnos ¿de qué forma se puede incentivar a los estudiantes para que hagan uso de su franja de almuerzo para lo que realmente está destinada? Si analizamos detenidamente los factores por los cuales los estudiantes están prescindiendo de su almuerzo, vemos que existe una variable que limita la decisión final del consumidor al momento de decidir si almorzar y, en caso de que sí, decidir qué y dónde almorzar. Y esta variable al ser alterada de forma positiva en beneficio del estudiante puede contribuir a ceñir su decisión únicamente en su gusto para la elección del tipo de comida que desea comprar. El tiempo es la variable que se considera como determinante para lograr cumplir con el objetivo de simplificar la elección del consumidor, más específicamente la reducción en tiempos de espera en cola (UN, 2014). Aunque estos estudios previos no referencian el impacto que los costos podrían llegar a tener en la decisión final del consumidor, es importante considerar que para el usuario tener la opción de adquirir su pedido en el menor tiempo posible se puede llegar a convertir en un beneficio por el cual se estaría dispuesto a pagar, ya sea a través de un costo fijo o un ajuste variable del precio por medio de tarifas dinámicas.

Para los usuarios, tener la posibilidad de reducir los tiempos de espera para adquirir los productos que van a consumir, les va a permitir aprovechar de mejor forma su hora de almuerzo, dedicando este espacio adicionalmente para hacer avances en sus obligaciones o tener un descanso previo a la retoma de sus tareas y no únicamente para tener que desplazarse hasta el establecimiento de comida, hacer fila, pagar el producto, consumirlo y desplazarse de nuevo. Sin embargo, hay que tener en cuenta que para estos establecimientos el escenario ideal sería el poder satisfacer toda la demanda existente de sus productos. En la obra *“Más allá del customer experience”*, se menciona cómo actualmente los clientes tienen un nivel de tolerancia muy bajo cuando se trata de calificar la experiencia de un producto o un servicio y es por eso que muchas compañías tratan de anticiparse a las demandas de sus clientes, involucrándose en algún tipo de iniciativa orientada al cliente (Amigo, 2016). Las nuevas tendencias se centran en poner al cliente en el centro del negocio, con el fin de brindarle una mejor atención que la dada por la competencia, con estrategias que se basan en ofertas para atraer a más clientes y a su vez lograr con ellos una relación de larga duración basada en la confianza y en la lealtad.

Otros estudios demuestran cómo el nivel de satisfacción de los clientes, durante su experiencia en un restaurante, está matemáticamente relacionado de forma directa con la probabilidad de volver al mismo restaurante, teniendo en cuenta variables como la calidad de los alimentos, los costos apropiados de los mismos y el nivel de servicio (Gupta, Mc Laughlin, & Gomez, 2007).

Este proyecto tiene como propósito lograr un modelo de un nuevo sistema de servicio para los establecimientos de comida tipo autoservicio y que, en un principio, estaría destinado para ser utilizado a través de un aplicativo móvil como plataforma principal, permitiendo reducir tiempos de espera en cola y a su vez, logrando una mejor percepción de la experiencia de servicio en los usuarios, de tal forma que la reducción de este tiempo de espera sea el factor que determine la preferencia de los clientes al momento de elegir un restaurante. El modelo propuesto está basado en una herramienta que permite a los usuarios realizar sus órdenes de pedido y efectuar el pago antes de llegar a su restaurante y, adicionalmente, el sistema tiene en cuenta una tarifa dinámica asociada a la demanda y al cumplimiento de los tiempos de espera. Por lo tanto, la herramienta propuesta permite la interacción entre los restaurantes y los usuarios en forma de negociación para acercarse al logro de las expectativas de unos y otros. Se espera que el uso de una aplicación con estas características permita a los usuarios reducir sus tiempos en cola y además permita a los restaurantes mejorar la planeación de su operación, generando un mejor servicio al cliente y un factor diferenciador frente a la competencia.

2. Antecedentes

2.1 Modelos de Servicio

Existen modelos de servicio que han logrado identificar los tiempos de espera en cola como una oportunidad de mejora y por eso se han creado alternativas de servicio a los consumidores para mejorar su experiencia, con el fin de que sea mucho más rápida y que a su vez les permita acceder de forma fácil a los productos que desean. Uno de estos modelos fue el creado por Frank Martin, fundador de *Restorando* (INNOVA, 2014), basado en un aplicativo móvil que les permite a los consumidores reservar mesas en sus sitios de comida favoritos, con la restricción de poder hacer estas reservas hasta con 15 minutos de antelación. Sin duda, esta alternativa ayuda a disminuir el tiempo en fila para lograr conseguir una mesa cuando no se cuenta con una reserva, que anteriormente se exigía en términos de horas o, en algunos casos, días de anticipación. El éxito de esta aplicación se ve reflejado en la cantidad de usuarios activos que tiene este servicio en este momento y los comentarios de los usuarios. Actualmente la aplicación cuenta con más de cien mil descargas en una de las tiendas de aplicaciones para móviles (PlayStore de la compañía Google), en donde también se aprecian comentarios de los usuarios activos con calificativos como “Rápido”, “Fácil manejo” y “Buen servicio”. En una escala de 1 a 5, donde 1 es la nota más baja, los usuarios dan nota a este servicio de acuerdo con su experiencia en el manejo de la aplicación y con un total de 4334 valoraciones, se tiene un ponderado que corresponde a una calificación de 4.1, donde más del 50% de las calificaciones corresponden a una valoración perfecta de 5. De acuerdo con lo anterior, se podría llegar a deducir que, en un porcentaje considerablemente alto, los usuarios están dispuestos a probar estas alternativas con tal de disfrutar mejor de su experiencia con el servicio.

Otro de los modelos de servicio, es producto de un trabajo de investigación hecho por estudiantes de la Universidad Nacional, que busca eliminar las largas filas para la compra de comida en los restaurantes de la universidad, durante la franja de almuerzo, utilizando un sistema de pago alterno al efectivo. La problemática que los estudiantes Jairo Sánchez, Jonathan Gómez y Diego Jiménez identifican, ocurre en los restaurantes de la Universidad Nacional, donde analizan que en cada uno de estos restaurantes hay una demanda promedio de 600 almuerzos diarios y ésta demanda se presenta en una franja horaria comprendida entre las 12:30 pm y las 2:00 pm. (UN, 2014). Esto genera filas, que conllevan tiempos de espera de aproximadamente 20 a 30 minutos y en algunos casos se llegan incluso a exceder estos lapsos. Estos tiempos en cola se traducen en aproximadamente 25 horas de tiempo perdido en un semestre. Para dar solución a este problema estos estudiantes implementaron un sistema logístico de 3 pasos: 1- El estudiante recarga un monto de dinero, el cual es depositado en su carné estudiantil. 2- A través de una página Web, el estudiante reserva su almuerzo fijando el menú y el horario deseado para almorzar. 3- El estudiante se acerca al restaurante en la hora establecida, y recoge su pedido una vez su turno se vea reflejado en uno de los proyectores del restaurante.

A diferencia de lo que ofrece Restorando y los estudiantes de la Universidad Nacional, el presente proyecto propone un sistema de servicio que no se limita exclusivamente a la solicitud de la reserva de una mesa, ni tampoco está destinado al tipo de restaurantes que ofrecen servicio únicamente a la mesa. Como se mencionó anteriormente, esta propuesta tiene como base mejoras y cambios en el proceso para poder hacer compra y reserva del producto de forma inmediata pensado en restaurantes de tipo autoservicio, teniendo como ventaja adicional para el cliente, el poder efectuar la compra de múltiples pedidos y que además este servicio pueda llegar a estar disponible para todos los usuarios que cuenten con un medio que ejecute transacciones electrónicas, como las tarjetas de pago. Adicionalmente, el diseño de este modelo de servicio está pensado para ser ejecutado en plataformas móviles, como lo son las aplicaciones para dispositivos portátiles, como los celulares y tabletas. Lo hasta aquí planteado, brinda como opción al usuario poder escoger el menú de cualquiera de los restaurantes que estén cerca de su ubicación, utilizando el sistema de geo-localización como herramienta. Abriendo el acceso a este sistema logístico, se puede lograr llegar a una mayor cantidad de público y brindar la oportunidad a diferentes industrias para vincularse a este nuevo sistema, con el fin de brindarle a los usuarios múltiples alternativas en la selección de menús.

2.2 Herramientas para la programación del servicio

En el campo de la simulación, existen algoritmos que funcionan como herramienta descriptiva y permiten visualizar el funcionamiento de la planeación de horarios de entrega para sistemas de producción por lotes.

Sin embargo, estos modelos de algoritmos permiten únicamente simular escenarios reales, de los cuales se tiene que recolectar y/o proporcionar la información existente, con el fin de representar el funcionamiento del sistema de programación de horarios del escenario actual (Hong, Prabhu, & Wysk, 2001). Por consiguiente, el algoritmo que se requiere emplear para llevar a cabo el desarrollo del presente proyecto debe ser capaz, no solo de describir el escenario trabajado, adicionalmente debe funcionar como método predictivo para generar nuevos horarios/fechas de entrega que se adapten eficazmente a cualquier tipo de imprevisto durante el proceso de producción, como por ejemplo: pedidos sin anticipación y demoras en la producción. El algoritmo requerido debe garantizar fiabilidad y un buen desempeño en los resultados arrojados por el simulador.

En 2001 se llevó a cabo un proyecto cuyo fin era desarrollar un método capaz de funcionar en los sistemas de producción por lotes, con resultados fiables en la programación de horarios enfocándose en la minimización de la desviación de Horarios/Fechas de entrega (Hong, Prabhu, & Wysk, 2001). En éste se consideró una planta como un sistema operativo por lotes, empleada para producir una serie de productos cuya estructura de recetas es la misma, donde la línea de producción es operada cíclicamente y varios productos son acomodados a través de lotes de producción en serie. Para los procesos industriales es importante conocer la fecha de entrega de los lotes producidos; es así como este algoritmo fue pensado en la programación de Fechas/Horarios para problemas de secuenciación en lotes de corto plazo; a este algoritmo se le conoce como Control de Tiempo de Llegada distribuido (DATC: Distributed Arrival Time Control).

El control de tiempo de llegada distribuido (DATC) es un algoritmo de control autónomo para sistemas parcialmente impulsados, en el cual las entidades generan horarios locales de una manera puramente distribuida utilizando información global mínima (Prabhu & Duffie, 1995). El DATC se basa en el control continuo de variables; por lo tanto, su convergencia y comportamiento dinámico puede ser analizado y predicho (Prabhu & Duffie, 1996). Además, la retroalimentación en DATC permite la adaptación implícita a perturbaciones en tiempo real, haciendo que este enfoque sea adecuado para controlar ambientes dinámicos. Adicionalmente, el rendimiento global de DATC puede caracterizarse por la desviación cuadrática media para las fechas de vencimiento (MSD), penalizando más severamente las grandes desviaciones alrededor de éstos. Desde una perspectiva de programación a medida que el MSD disminuye, el rendimiento de producción JIT del sistema mejora (Zambrano Rey, Bekrar, Prabhu, & Trentesaux, 2014).

En procesos de producción discretos, como en la fabricación, el tiempo de llegada es el momento en que la pieza entra en el sistema de fabricación, llega a una cola de una máquina o inicia un proceso de producción específico. El control de los tiempos de llegada (ATC) de todas las partes del sistema tiene un impacto significativo del rendimiento del sistema, ya que determina cómo interactúan las partes entre sí. Por ejemplo, si las máquinas de fabricación aplican la política de "primero que llega, primero al que se sirve", los tiempos de llegada de las partes influyen en la secuencia y el orden en que se procesan, la cantidad de tiempos de inactividad de la máquina y el cumplimiento de los objetivos de la pieza. Basándose en este supuesto, Prabhu y Duffie (1995) propusieron el control de retroalimentación de tiempo de llegada como una metodología de programación para cualquier sistema impulsado por partes. Debido a que los tiempos de llegada pueden ser modelados como variables continuas, un ciclo de control puede ajustar iterativamente los tiempos de llegada hasta que el objetivo sea alcanzado de cerca o completamente.

Para un sistema con n partes, habrá n controladores del tiempo de llegada (ATC) (ver Figura 1), uno para cada trabajo j . Utilizando una planta de simulación, se calculan los tiempos de finalización (c_j) y la realimentación en los bucles para calcular las desviaciones (z_j) alrededor de las fechas de vencimiento (d_j). Cada lazo funciona simultánea e iterativamente hasta que los tiempos de llegada (at_j) alcanzan su estado estacionario. Los bucles de control son capaces de reaccionar y adaptarse a los cambios internos o externos. Cuando los tiempos de llegada llegan a su estado estacionario, un programa está listo para su ejecución, y luego se pueden liberar partes de acuerdo con la secuencia impuesta por sus tiempos de llegada (Zambrano Rey, Bekrar, Prabhu, & Trentesaux, 2014).

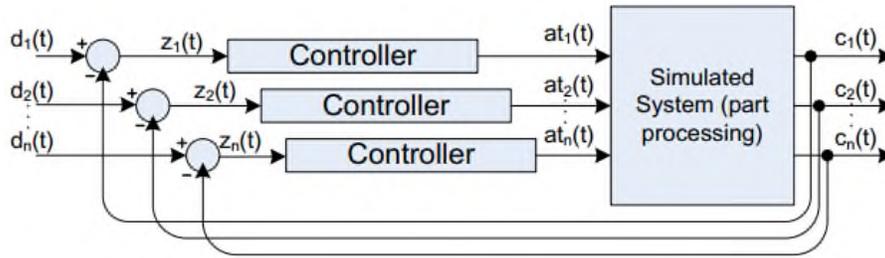


Figura 1. Sistema Multi-variable ATC

Fuente: (Zambrano Rey, Bekrar, Prabhu, & Trentesaux, 2014)

La elección de la ley de control es crítica porque afecta la dinámica del sistema, así como su estabilidad y convergencia. El control de tiempo de llegada para la j -ésima parte tiene la forma en la ecuación (1), donde k_j es la ganancia del controlador, z_j es la desviación de la fecha de vencimiento, $at_j(0)$ es una condición inicial arbitraria y τ es la variable de integración, que puede tomar valores de cero a t (Prabhu & Duffie, 1995). Cuando la capacidad es suficiente para las partes solicitadas y no hay cola, las desviaciones de fecha de vencimiento convergen a cero. Cuando la capacidad no es suficiente, el controlador ajusta los tiempos de llegada, penalizando igualmente la anticipación y la tardanza. Los únicos requisitos del control de tiempo de llegada son que los tiempos de procesamiento, las fechas de vencimiento y los errores no modelados estén garantizados. Si es así, la respuesta del ATC es la garantía de ser estable. El DATC no hace ninguna suposición difícil sobre la configuración del sistema (Zambrano Rey, Bekrar, Prabhu, & Trentesaux, 2014).

Ecuación 1. Control de tiempo de llegada (ATC) para la j -ésima parte

$$at_j = K_j \int_0^t z_j(\tau) d\tau + at_j(0) \quad \text{Donde} \quad z_j(\tau) = d_j - c_j(\tau)$$

Fuente: (Zambrano Rey, Bekrar, Prabhu, & Trentesaux, 2014)

3. Objetivos

Objetivo General

Diseñar un modelo de servicio para los restaurantes tipo autoservicio y sus consumidores, que logre reducir los tiempos de espera.

Objetivos Específicos

1. Diseñar un instrumento de recolección de datos relacionado con las experiencias y expectativas de los clientes y las necesidades de los restaurantes tipo autoservicio.
2. Diseñar el modelo de servicio para reducir los tiempos de espera en cola.
3. Implementar un piloto del modelo y analizar el comportamiento del flujo de clientes durante las franjas de almuerzo.
4. Medir el impacto económico del modelo diseñado, comparándolo con el proceso de atención de clientes que actualmente se ejecuta en los restaurantes tipo autoservicio.

4. Metodología

4.1 Desarrollo del Objetivo específico No. 1

Para este trabajo se realiza un estudio de caso, el cual permite obtener una información completa, significativa y veraz del evento estudiado (Yin, 2013). Con tal fin, se requiere de una recolección de información, utilizando metodologías que arrojen datos cualitativos y cuantitativos como, por ejemplo: documentos, entrevistas directas y observación directa del caso estudiado.

El caso estudiado es tomado de uno de los restaurantes más frecuentados por la comunidad de la Pontificia Universidad Javeriana, conocido como *La Crepería*; restaurante especializado en la preparación de platos internacionales hechos a base de Crepes. Para el proceso de atención al cliente (Ver Ilustración 1) se puede evidenciar que éste funciona como un sistema lineal, donde únicamente se cuenta con un servidor como entrada para la recepción de solicitudes de pedido y una salida para la entrega de los mismos. Por consiguiente, las órdenes de pedido serán despachadas acorde al orden y tiempo de llegada de los clientes a la caja.

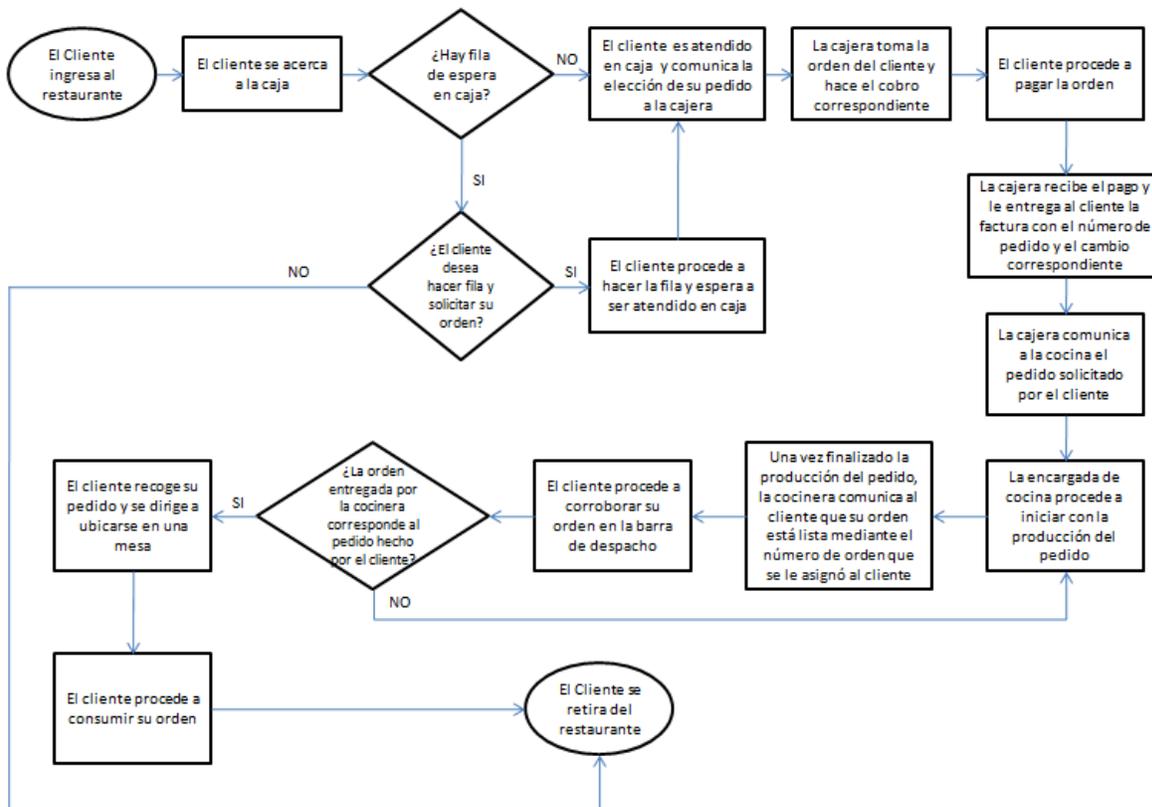


Ilustración 1. Diagrama de flujo Proceso de atención a clientes La Crepería
Fuente: Autor (2017)

4.1.1 Obtención de datos

Teniendo como referencia el modelo de atención a clientes empleado por el restaurante *La Crepería*, se procede a iniciar una recolección de datos mediante una encuesta de sondeo (Ver Anexo 1), cuyo fin será conocer la opinión de los clientes respecto al servicio ofrecido por las cadenas de restaurantes que utilizan un modelo de atención similar, evaluando principalmente el comportamiento de los tiempos de espera durante su experiencia en estas cadenas de restaurante. Para poder determinar el número de encuestados, se tomó como referencia un tamaño poblacional que representa el número de clientes atendidos en *La Crepería* durante una semana promedio en la franja de almuerzo, que corresponde a un valor estimado de 450 personas (Ver Anexo 2). De tal forma que, con un valor de confianza del 95% y un error muestral del 4%, el tamaño de la muestra requerida será de 257 encuestados.

Para entender el funcionamiento del sistema de producción de *La Crepería*, se hizo un estudio de tiempos y movimientos con el fin de evidenciar el tiempo total que se requiere para completar el proceso de atención a clientes en este restaurante. Para la toma de datos se diseñó un cuadro donde se registra el tiempo observado del cliente desde que ingresa al establecimiento, hasta que recibe su orden/pedido. Para tener un mayor detalle del proceso se llevaron 3 registros de hora: Hora de llegada, hora de atención y hora de entrega del pedido; con estos datos se calcula el tiempo de espera en cola del cliente, el tiempo de producción y el tiempo total del proceso de atención (Ver Ilustración 2). Se llevó un registro total de 30 datos por día durante 7 días, en la franja horaria comprendida entre las 12:00 p.m. y la 01:30 p.m. (Tomando como último registro el cliente que ingresa al restaurante a la 01:30 p.m., hasta que finaliza el proceso de atención).

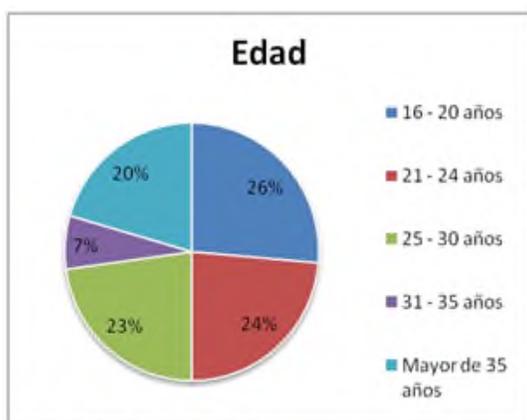
	Número de Orden							30
	1	2	3	4	5	6...		
Hora de llegada	12:00	12:03	12:06	12:09	12:12	12:15		
Hora de atención	12:03							
Hora de entrega	12:15							
Tiempo de Atención (Min.)	00:03							
Tiempo de Producción (Min.)	00:12							
Tiempo Total (Min.)	00:15							

Ilustración 2. Tabla de registro y control de tiempos y movimientos

Fuente: Autor (2017)

4.1.2 Análisis de la información

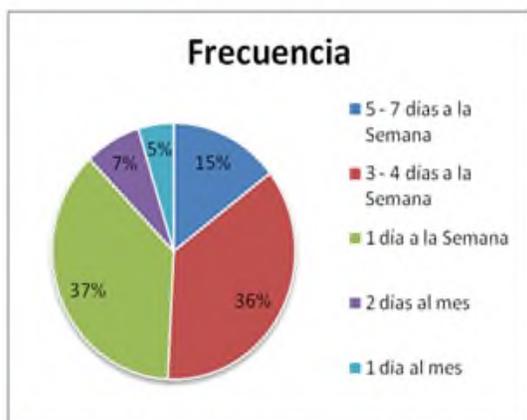
La encuesta llevada a cabo arrojó como resultado una muestra conformada en un 73% por clientes menores de 30 años y tan solo un 27% mayor de 30. Esta muestra está representada a su vez en gran parte por población estudiantil en un 44% y un 32% por empleados, resaltando que un 88% de la población encuestada visita un restaurante al menos 1 vez a la semana. Se evidencia una preferencia por los clientes en visitar restaurantes de comida rápida y comida casera en un 76% del total de encuestados (Ver gráfico 1). Por lo tanto, de estas primeras cifras se puede concluir que existe una gran demanda por parte de la población estudiantil por visitar restaurantes de comida rápida en el día a día con el fin satisfacer sus exigencias alimenticias.



Pregunta 1: ¿Qué edad tiene?



Pregunta 2: ¿Cuál es su ocupación?



Pregunta 3: ¿Con qué frecuencia visita un establecimiento de comida o restaurante?



Pregunta 4: ¿Cuál es el tipo de establecimiento de comida que más frecuenta?

Gráfico 1. Resultados encuesta de sondeo (Preguntas 1, 2, 3 y 4)
Fuente: Autor (2017)

La información obtenida anteriormente se relaciona en parte con los resultados arrojados por los encuestados con referencia a los tiempos de espera que perciben al momento de ingresar a los establecimientos, donde se presenta que el 50% expresa tener que esperar de 5 a 10 minutos para ser atendidos, y un 30% afirma tener que esperar más de 10 min para que su orden sea tomada. Sin embargo, los encuestados no solo expresan tener que esperar cierto tiempo para ser atendidos, sino que adicionalmente hay quienes desertan de los establecimientos; ya que los tiempos de espera en algunas ocasiones se vuelven demasiado prolongados, y no están dispuestos a esperar para ser atendidos; tal como respondió el 64% de los

encuestados que afirmaron que en el último mes han desertado al menos 1 vez de uno de los establecimientos donde se disponían a consumir alimentos (Ver Gráfico 2).

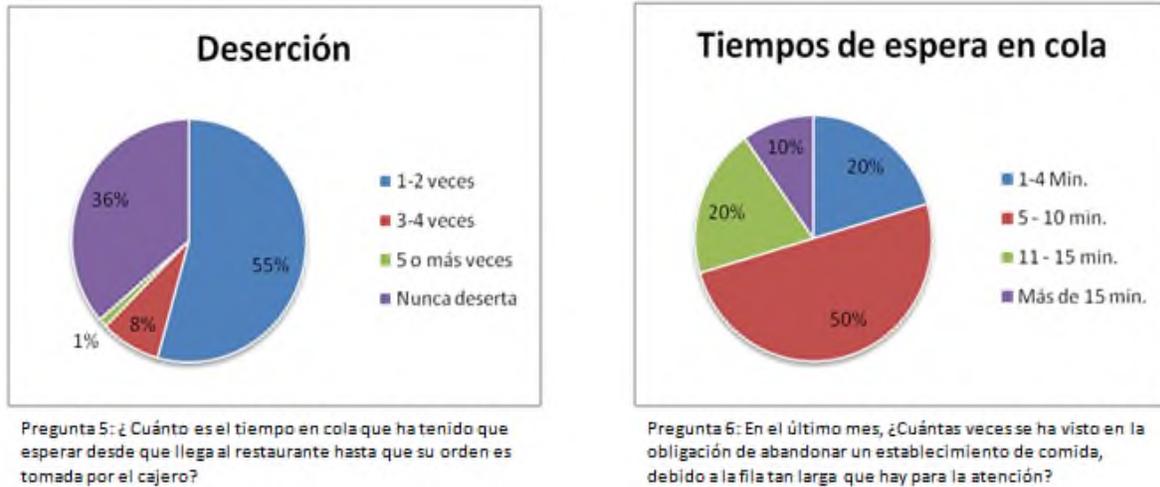


Gráfico 2. Resultados encuesta de sondeo (Preguntas 5 y 6)
Fuente: Autor (2017)

Como último dato y como propósito de este proyecto, se obtuvo la opinión de los encuestados acerca de la opción de contar con un sistema de reservas que les permitiese ahorrar tiempos de espera en cola mediante micro-pagos calculados sobre un porcentaje del valor total de la compra. De esto se pudo percibir una aceptación del 63% por parte de los encuestados, quienes aprueban dar un pago adicional en beneficio de contar con el sistema propuesto (Ver gráfico 3).

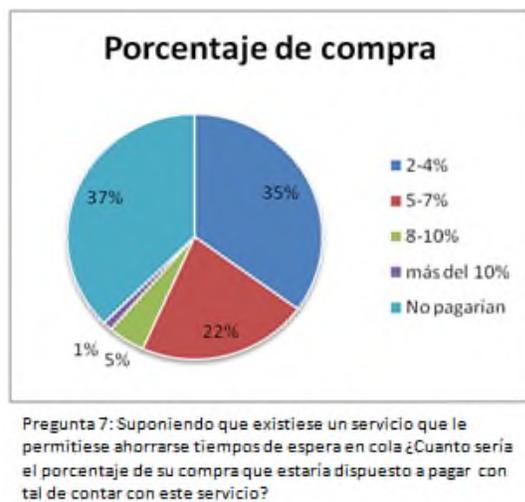


Gráfico 3. Resultados encuesta de sondeo (Pregunta 7)
Fuente: Autor (2017)

Luego de analizar los resultados arrojados en las encuestas, se procedió a realizar un estudio de tiempos y movimientos en el restaurante *La Crepería*, con el fin de poder evidenciar el comportamiento que se tiene en tiempos de espera y de atención. Luego de obtener los resultados, se evidencia un comportamiento similar con respecto a los tiempos de espera en cola, tiempos de producción, y tiempo total del proceso durante los 7 días de observación de datos. Los tiempos de atención (espera en cola), al igual que los tiempos de producción,

mostraron una tendencia ascendente a medida que transcurría el tiempo durante la franja de almuerzo comprendida entre 12:00 p.m. – 01:30 p.m. (Ver gráfico 4).

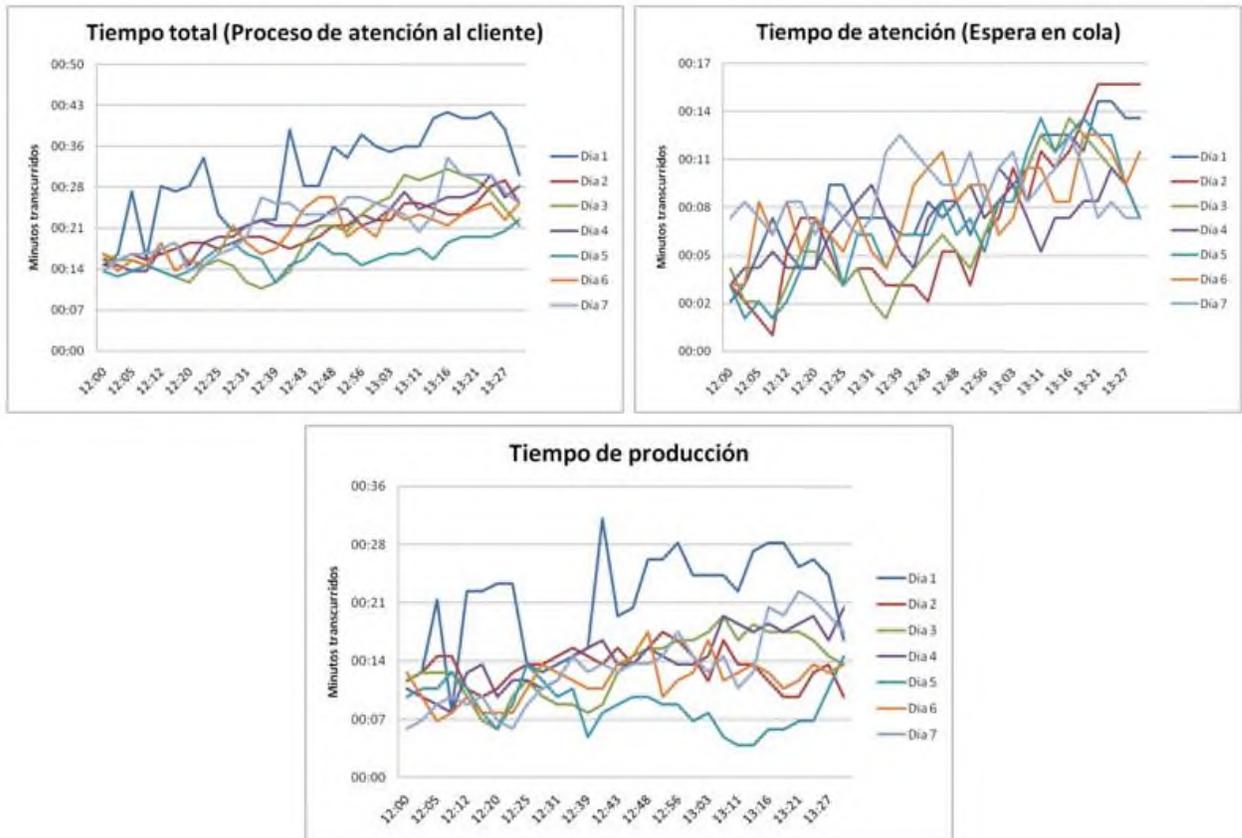


Gráfico 4. Resultados estudio de tiempos y movimientos (Restaurante La Crepería)
Fuente: Autor (2017)

Luego de analizar los resultados arrojados por las encuestas y por el estudio de tiempos y movimientos, es claro que se debe diseñar una herramienta que cumpla con el objetivo de lograr disminuir tiempos de espera, que beneficie tanto a restaurantes como a sus clientes.

4.2 Desarrollo del Objetivo específico No. 2

Para el desarrollo de este modelo se tendrá en cuenta el uso de la norma (TC69, I. S. O., 2011), la cual estandariza la aplicación de la metodología para mejora continua a través de cinco pasos: definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

Para iniciar con la definición del modelo piloto, se deben considerar las variables que, durante el desarrollo del mismo y gracias al algoritmo de control de tiempo de llegada (DATC), permitirán mostrar como resultado la disminución de tiempos de espera en un máximo posible. También es importante tener en cuenta cuales son los involucrados en el sistema, de tal forma que permita ver la información con la que se cuenta y la que será suministrada a partir de la ejecución del modelo. Para el diseño de la estructura del sistema se debe tener como involucrados tres sujetos conformados por: clientes, restaurante y aplicativo, que para este proyecto será denominado como *RestoATC*. (Ver Ilustración 3)

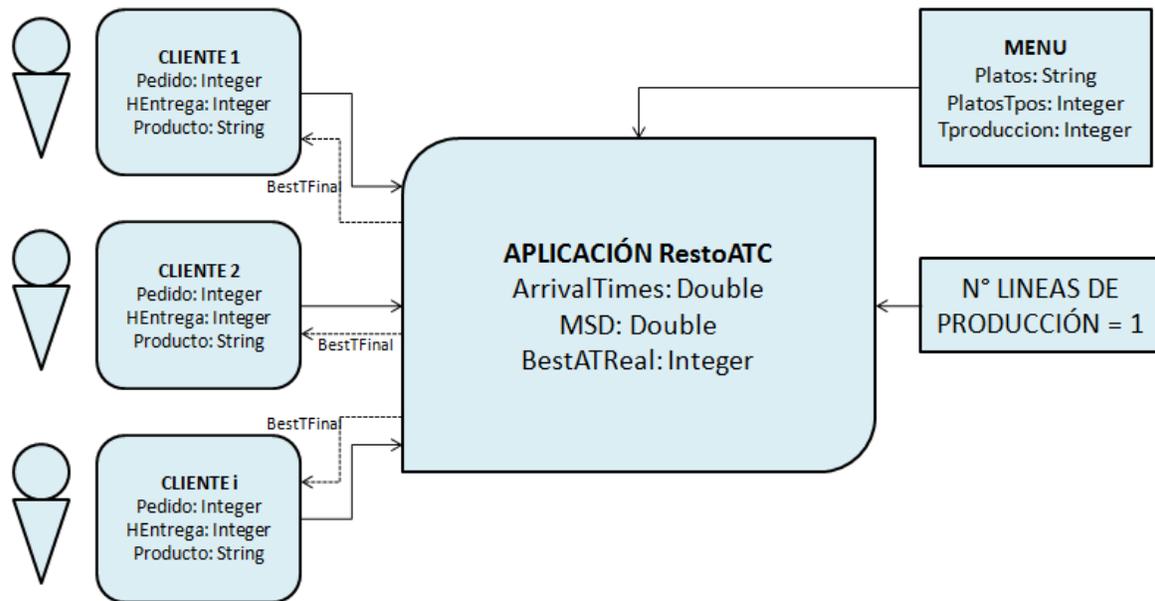


Ilustración 3. Diagrama de clases (RestoATC)

Fuente: Autor (2017)

Para poder entender el funcionamiento del sistema *RestoATC*, es importante aclarar cómo se comporta el sistema desde la ejecución del mismo, hasta que finaliza el programa. Teniendo en cuenta los involucrados del sistema, se entiende que la operación de éste funciona como un sistema distribuido ya que los usuarios son distintos. El sistema inicia con la solicitud de información por parte del restaurante hacia el aplicativo, y finaliza con un resultado recíproco con base en el cálculo de las variables obtenidas a partir de los requerimientos de los clientes en sus órdenes de pedido. Es importante destacar que el resultado final arrojado por el sistema, lo podrá visualizar el restaurante y en él se va a observar el orden óptimo con el cual los pedidos serán entregados a los usuarios, la cual es la finalidad de éste modelo (Ver Ilustración 4).

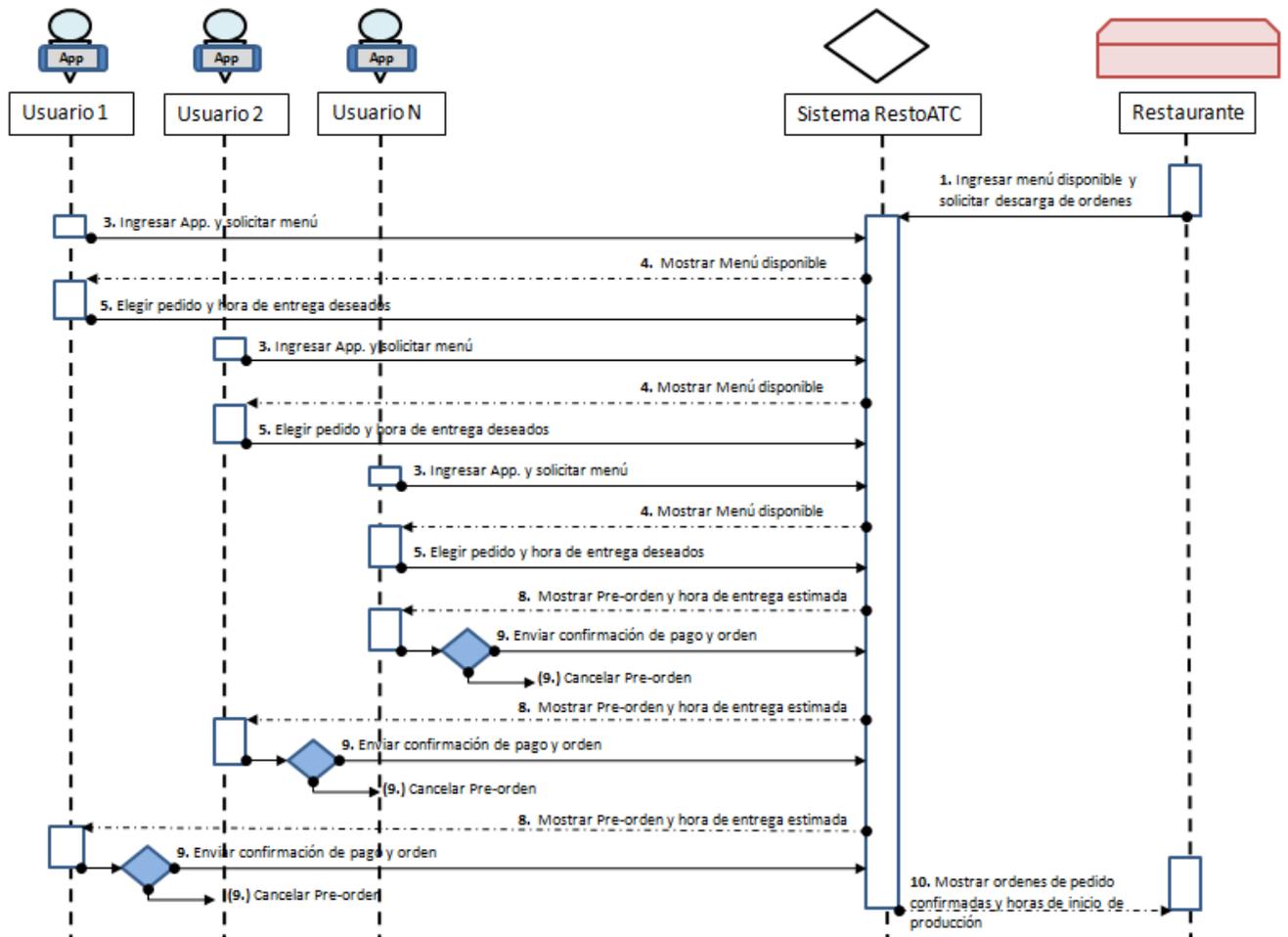


Ilustración 4. Diagrama de secuencia (*RestoATC*)

Fuente: Autor (2017)

Como se observa en la ilustración anterior, el sistema *RestoATC* inicia el programa con la recopilación de datos, los cuales usará para ejecutar el algoritmo con el que se pretende obtener el mejor resultado, determinando el orden ideal para la entrega de pedidos hechos por los clientes. El resultado final, será el que podrá observar el restaurante y podrá iniciar la preparación y producción de los pedidos logrando el resultado de un sistema JIT.

4.3 Desarrollo del Objetivo específico No. 3

Entendiendo la forma en que el sistema va a interactuar con los demás involucrados, se procede a explicar el funcionamiento del sistema *RestoATC*.

Iniciando con la solicitud por parte del restaurante de arrojar la información del orden de los pedidos y las fechas y hora de entrega, el sistema inicia con la recolección de información por parte de los clientes, principalmente de los datos de tiempo de entrega y tipo de plato. El sistema automáticamente organiza los pedidos de acuerdo con el orden de solicitud (que dentro del sistema será denominado como *ArrivalTimes*), a partir de esto el sistema empieza a ejecutar los cálculos utilizando un algoritmo voraz con el fin de obtener un resultado óptimo en el orden de entrega final de los pedidos (Ver ilustración 5).

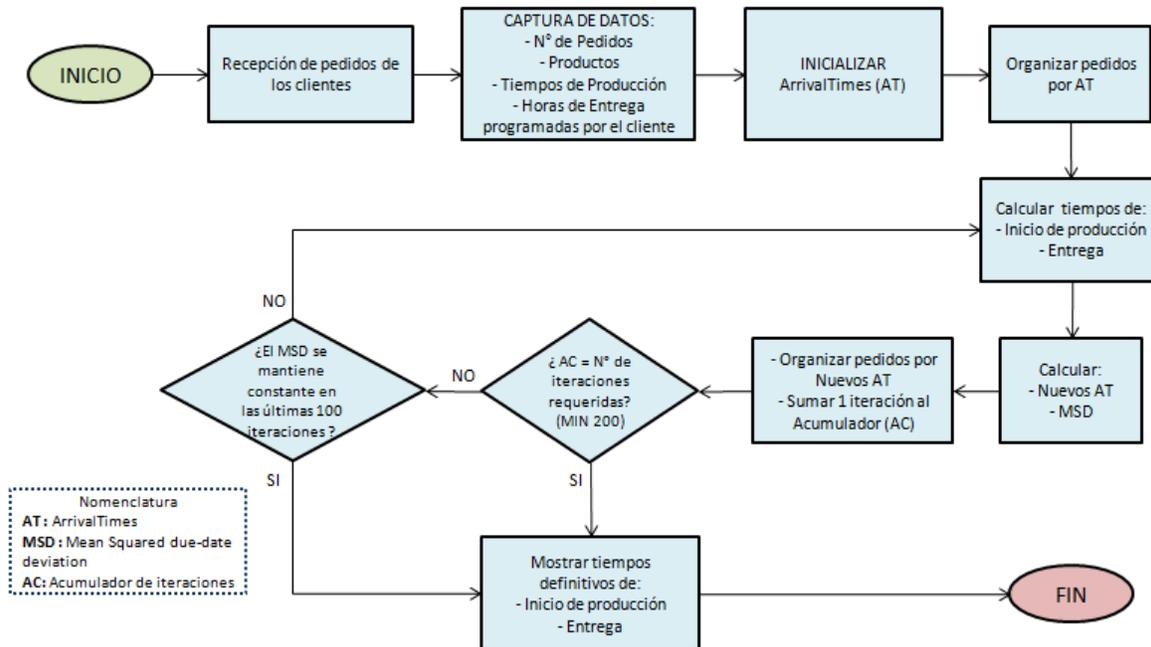


Ilustración 5. Funcionamiento del sistema RestoATC

Fuente: Autor (2017)

Al ejecutar el algoritmo voraz, el sistema toma los datos captados por la información suministrada de los clientes e inicia el cálculo de los tiempos de inicio de producción óptimos, para lograr cumplir con los tiempos de entrega deseados. Una vez se da inicio al sistema los órdenes del día, los pedidos y horas de entrega dadas por los clientes, junto con los *ArrivalTime*, son generados de forma aleatoria tomando como referencia la información obtenida a partir del estudio de tiempos y movimientos hecho previamente, esto con el fin de simular un escenario real, permitiendo al algoritmo trabajar con datos cercanos a los existentes y comparar su resultado con el sistema de atención utilizado actualmente. Datos como el menú de platos disponibles y el tiempo de producción de cada uno de estos serán tomados del mismo menú del restaurante *La Crepería*, junto con los tiempos de preparación asociados. El número de pedidos se puede asignar por criterio del restaurante y el valor máximo que puede tomar tiene como restricción la capacidad máxima de producción con la que cuentan durante la franja horaria comprendida entre las 12:00p.m. y las 2:00 p.m. (Ver Ilustración 6).

La Creperia

Productos	Tiempo de producción (Min)	Precio
Mexicano	3	8500
Stroganoff	4	9000
Pollo y Champiñones	3	10000
Jamon y queso	2	7000
Salmon	4	13000
Camarones	5	15000

Generar ordenes del día

↑

Pedidos	20	MP
Iteraciones	200	IT
Menu	6	

PEDIDO	HORA ENTREGA	PRODUCTO	PRECIO	T PRODUCCION AT	ARRIVAL TIME
Pedido	Hora de entrega (Min.)	Producto	Precio	Tiempo de Producción (Min)	ArrivalTime
1	67	Salmon	13000	4	0,606856883
2	109	Stroganoff	9000	4	0,31858933
3	72	Jamon y queso	7000	2	0,767035425
4	83	Salmon	13000	4	0,760492325
5	66	Stroganoff	9000	4	0,509116471
6	34	Jamon y queso	7000	2	0,4158324
7	117	Pollo y Champiñones	10000	3	0,518669784
8	56	Jamon y queso	7000	2	0,03203845
9	17	Pollo y Champiñones	10000	3	0,654177725
10	24	Mexicano	8500	3	0,375399232
11	74	Mexicano	8500	3	0,702406347
12	51	Pollo y Champiñones	10000	3	0,336043835
13	26	Salmon	13000	4	0,043932736
14	6	Camarones	15000	5	0,458703399
15	91	Salmon	13000	4	0,822578609
16	57	Stroganoff	9000	4	0,868004084
17	50	Salmon	13000	4	0,462500155
18	30	Pollo y Champiñones	10000	3	0,807041287
19	65	Jamon y queso	7000	2	0,626684129
20	86	Mexicano	8500	3	0,257985115

Ilustración 6. Captura del sistema RestoATC (1)

Fuente: Autor (2017)

Una vez generadas todas las órdenes, se procede a dar inicio al algoritmo voraz ejecutando el ATC programado, que da como resultado el orden óptimo para la preparación y entrega de platos, junto con sus tiempos de inicio de preparación (AT Real) y tiempos de entrega estimados (T Final). Este resultado logra que el MSD disminuya al máximo, garantizando que los tiempos de espera sean mínimos para cada orden programada. (Ver ilustración 7).

PEDIDO	HORA ENTREGA	PRODUCTO	PRECIO	T PRODUCCION AT	ARRIVAL TIME	PEDIDO IT	ATR	TF	MSD
Pedido	Hora de entrega (Min.)	Producto	Precio	Tiempo de Producción (Min)	ArrivalTime	Pedido	AT Real	T Final	MSD
1	67	Salmon	13000	4	0,606856883	14	1	6	8,717798
2	109	Stroganoff	9000	4	0,31858933	9	14	17	7,549834
3	72	Jamon y queso	7000	2	0,767035425	10	21	24	7,549834
4	83	Salmon	13000	4	0,760492325	13	24	28	7,549834
5	66	Stroganoff	9000	4	0,509116471	18	28	31	6,480741
6	34	Jamon y queso	7000	2	0,4158324	6	32	34	6,480741
7	117	Pollo y Champiñones	10000	3	0,518669784	17	43	47	6,480741
8	56	Jamon y queso	7000	2	0,03203845	12	48	51	6,480741
9	17	Pollo y Champiñones	10000	3	0,654177725	16	51	55	6,480741
10	24	Mexicano	8500	3	0,375399232	8	55	57	6,480741
11	74	Mexicano	8500	3	0,702406347	5	58	62	6,480741
12	51	Pollo y Champiñones	10000	3	0,336043835	19	62	64	6,480741
13	26	Salmon	13000	4	0,043932736	1	64	68	6,480741
14	6	Camarones	15000	5	0,458703399	3	68	70	6,480741
15	91	Salmon	13000	4	0,822578609	11	70	73	6,480741
16	57	Stroganoff	9000	4	0,868004084	4	79	83	6,480741
17	50	Salmon	13000	4	0,462500155	20	83	86	6,480741
18	30	Pollo y Champiñones	10000	3	0,807041287	15	87	91	6,480741
19	65	Jamon y queso	7000	2	0,626684129	2	105	109	6,480741
20	86	Mexicano	8500	3	0,257985115	7	114	117	6,480741

Ilustración 7. Captura del sistema RestoATC (2)

Fuente: Autor (2017)

4.4 Desarrollo del Objetivo específico No. 4

Para medir el impacto económico que este modelo tiene en el sistema usado actualmente en *La Crepería*, se hace uso de la información recopilada en la encuesta de opinión mencionada en el apartado 4.1, la cual permitió concluir que el porcentaje de clientes que desertan debido a los tiempos de espera tan prolongados, ocasiona pérdida en ventas no obtenidas. Usando esta información, se crea un Escenario A con treinta (30) clientes, donde a cada uno se le asigna una hora de llegada ó una hora entrega de su pedido, teniendo un umbral de espera máximo de 15 minutos; al final se calcula las ventas no generadas por el número de clientes que desertan del establecimiento ya que el tiempo de atención destinado para la entrega del pedido supera el umbral de espera. Para simular este escenario, la hora de llegada / entrega se generará de forma aleatoria y se hará uso de los siguientes 2 sistemas de atención:

a) El que actualmente emplea el restaurante, donde se genera de forma aleatoria por cada cliente una hora de llegada, esto se debe a que el cliente no tiene control en la hora de entrega de su pedido y para poder comer en la hora que él desea, primero tiene que hacer todo el proceso de compra para poder consumir su producto; razón por la cual el orden de entrega de pedidos va acorde a la hora de llegada. Para este escenario se asume que el tiempo de espera en cola se determina usando la información obtenida por el estudio de tiempos y movimientos mencionado en el apartado 4.1, asignando a cada cliente el valor de la media del tiempo de espera en cola correspondiente a su hora de llegada al restaurante (Ver ilustración 8), por lo cual el tiempo que el cliente estima para la entrega de su pedido, será la suma del tiempo de espera en cola y el tiempo de producción de cada producto.

TIEMPO DE ESPERA EN COLA (VALORES EN MINUTOS)

HORA DE LLEGADA	12:00	12:03	12:05	12:08	12:12	12:14	12:20	12:22	12:25	12:28	12:31	12:34	12:39	12:41	12:43	12:45	12:48	12:51	12:56	13:00
Día 1	00:03	00:04	00:06	00:08	00:06	00:05	00:05	00:10	00:10	00:08	00:08	00:08	00:07	00:07	00:09	00:08	00:09	00:07	00:09	00:11
Día 2	00:04	00:03	00:02	00:01	00:06	00:08	00:08	00:06	00:04	00:05	00:05	00:04	00:04	00:04	00:03	00:06	00:06	00:04	00:07	00:08
Día 3	00:05	00:03	00:03	00:02	00:04	00:06	00:06	00:05	00:04	00:05	00:03	00:02	00:04	00:05	00:06	00:07	00:06	00:05	00:07	00:09
Día 4	00:04	00:05	00:05	00:06	00:05	00:05	00:05	00:07	00:08	00:09	00:10	00:08	00:06	00:05	00:08	00:09	00:09	00:10	00:08	00:09
Día 5	00:04	00:02	00:03	00:02	00:03	00:05	00:08	00:07	00:04	00:07	00:07	00:05	00:07	00:07	00:07	00:09	00:07	00:08	00:06	00:09
Día 6	00:04	00:04	00:09	00:07	00:09	00:06	00:08	00:07	00:06	00:08	00:06	00:05	00:07	00:10	00:11	00:12	00:09	00:10	00:10	00:07
Día 7	00:08	00:09	00:08	00:07	00:09	00:09	00:07	00:09	00:08	00:07	00:08	00:12	00:13	00:12	00:11	00:10	00:10	00:12	00:09	00:11
Media	00:04	00:04	00:05	00:04	00:06	00:06	00:06	00:07	00:06	00:07	00:06	00:06	00:06	00:07	00:07	00:08	00:08	00:08	00:08	00:09

HORA DE LLEGADA	13:03	13:07	13:11	13:14	13:16	13:19	13:21	13:23	13:27	13:30	13:33	13:36	13:39	13:42	13:45	13:48	13:51	13:54	13:57	14:00
Día 1	00:10	00:11	00:13	00:13	00:13	00:12	00:15	00:15	00:14	00:14	00:13	00:11	00:11	00:10	00:09	00:10	00:09	00:08	00:07	00:05
Día 2	00:11	00:09	00:12	00:11	00:12	00:14	00:16	00:16	00:16	00:16	00:16	00:15	00:15	00:14	00:15	00:13	00:10	00:09	00:06	00:06
Día 3	00:09	00:11	00:13	00:12	00:14	00:13	00:12	00:11	00:10	00:08	00:08	00:08	00:06	00:07	00:05	00:05	00:05	00:04	00:03	00:03
Día 4	00:10	00:08	00:06	00:08	00:08	00:09	00:09	00:11	00:10	00:08	00:08	00:09	00:07	00:08	00:08	00:07	00:07	00:05	00:05	00:05
Día 5	00:09	00:12	00:14	00:12	00:13	00:14	00:13	00:13	00:10	00:08	00:09	00:08	00:08	00:06	00:07	00:05	00:04	00:04	00:05	00:04
Día 6	00:08	00:11	00:11	00:09	00:09	00:13	00:13	00:12	00:10	00:12	00:13	00:12	00:12	00:09	00:07	00:07	00:07	00:06	00:06	00:05
Día 7	00:12	00:09	00:10	00:11	00:13	00:11	00:08	00:09	00:08	00:08	00:06	00:07	00:07	00:06	00:05	00:06	00:05	00:05	00:05	00:03
Media	00:09	00:10	00:11	00:10	00:11	00:12	00:12	00:12	00:11	00:10	00:10	00:10	00:09	00:08	00:08	00:07	00:06	00:05	00:05	00:04

Ilustración 8. Valores de tiempo de espera en cola asociados a la hora de llegada

Fuente: Autor (2017)

b) El modelo propuesto en el que los clientes cuentan con la herramienta RestoATC donde ingresan la hora de entrega deseada y el sistema, luego de correr el algoritmo, arroja como resultado la hora de entrega estimada. Se compara las horas de entregas deseadas de los clientes con las arrojadas por el aplicativo y aquellas que tengan una diferencia mayor al umbral de espera de 10 minutos, se les considera como clientes que desisten de realizar la compra, por lo cual los pedidos de estos clientes pasarían a ser ventas no obtenidas.

Para el escenario se considera la siguiente información referente a los productos y precios ofrecidos por *la crepería*:

Tabla 1 Lista de productos y precios ofrecido por *La Creperia*

La Creperia		
Productos	Tiempo de producción (Min)	Precio
Mexicano	3	8500
Stroganoff	4	9000
Pollo y Champiñones	3	10000
Jamon y queso	2	7000
Salmon	4	13000
Camarones	5	15000

Fuente: Autor (2017)

Luego de generar las horas de llegada / entrega y los pedidos de forma aleatoria para cada uno de los 30 pedidos se obtuvo la siguiente información:

Tabla 2. Órdenes de pedido Escenario A

Pedido	Hora de llegada / entrega (Min.)	Producto	Precio	Tiempo de Producción (Min)
1	65	Salmon	13000	4
2	37	Stroganoff	9000	4
3	32	Mexicano	8500	3
4	6	Salmon	13000	4
5	95	Camarones	15000	5
6	105	Camarones	15000	5
7	44	Camarones	15000	5
8	7	Salmon	13000	4
9	36	Pollo y Champiñones	10000	3
10	32	Jamon y queso	7000	2
11	99	Salmon	13000	4
12	110	Camarones	15000	5
13	118	Salmon	13000	4
14	13	Jamon y queso	7000	2
15	2	Salmon	13000	4
16	13	Mexicano	8500	3
17	6	Stroganoff	9000	4
18	37	Pollo y Champiñones	10000	3
19	49	Camarones	15000	5
20	20	Mexicano	8500	3
21	50	Pollo y Champiñones	10000	3
22	76	Stroganoff	9000	4
23	71	Stroganoff	9000	4
24	109	Pollo y Champiñones	10000	3
25	46	Salmon	13000	4
26	76	Camarones	15000	5
27	12	Pollo y Champiñones	10000	3
28	110	Salmon	13000	4
29	66	Mexicano	8500	3
30	82	Pollo y Champiñones	10000	3

Fuente: Autor (2017)

Usando la información anterior, se procede a resolver el escenario usando los 2 sistemas.

1. Para el sistema de actual se obtuvo una pérdida de \$112.500 en ventas como resultado de la deserción de 9 clientes ya que el tiempo de atención estimado superó el umbral de 15 minutos de espera permitido por el cliente para la entrega de su producto (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Resultados Escenario A (Modelo de atención actual)

Pedido	Hora de llegada (Min.)	Tiempo de espera en cola	Tiempo de Producción (Min)	Hora de entrega estimada	Tiempo de atención
15	2	4	4	10	8
4	6	5	4	15	9
17	6	5	4	19	13
8	7	4	4	23	16
27	12	6	3	26	14
14	13	6	2	28	15
16	13	6	3	31	18
20	20	6	3	34	14
10	32	6	2	40	8
9	36	6	3	45	9
2	37	6	4	49	12
18	37	6	3	52	15
7	44	7	5	57	13
25	46	8	4	61	15
19	49	8	5	66	17
21	50	8	3	69	19
1	65	9	4	78	13
29	66	10	3	81	15
23	71	11	4	86	15
22	76	11	4	91	15
26	76	11	5	96	20
30	82	12	3	99	17
3	92	10	3	105	13
5	95	10	5	110	15
11	99	9	4	114	15
6	105	8	5	119	14
24	109	7	3	122	13
12	110	6	5	127	17
28	110	6	4	131	21
13	118	5	4	135	17

Fuente: Autor (2017)

2. Con el sistema propuesto no se obtuvo ninguna perdida en ventas ya que ninguno de los pedidos superó el umbral de 15 minutos de espera en la entrega de los pedidos (Ver Tabla 4). Los valores de tiempo de atención representados de forma negativa, indican que los pedidos se pueden entregar antes de la hora de entrega programada por el cliente.

Tabla 4. Resultados Escenario A (Modelo de atención propuesto)

Pedido	Hora de entrega (Min.)	Hora de inicio de producción	Tiempo de Producción (Min)	Hora de entrega estimada	Tiempo de atención
15	2	0	4	4	2
4	6	4	4	8	2
17	6	8	4	12	6
16	13	12	3	15	2
8	7	15	4	19	12
27	12	19	3	22	10
14	13	22	2	24	11
20	20	24	3	27	7
10	32	27	2	29	-3
9	36	29	3	32	-4
18	37	32	3	35	-2
2	37	35	4	39	2
7	44	39	5	44	0
19	49	44	5	49	0
25	46	49	4	53	7
21	50	53	3	56	6
1	65	61	4	65	0
29	66	65	3	68	2
23	71	68	4	72	1
22	76	72	4	76	0
26	76	76	5	81	5
30	82	81	3	84	2
11	99	86	4	90	-9
3	92	90	3	93	1
5	95	93	5	98	3
6	105	98	5	103	-2
12	110	103	5	108	-2
24	109	108	3	111	2
28	110	111	4	115	5
13	118	115	4	119	1

Fuente: Autor (2017)

Gráfico 5. Resultados en el tiempo de atención Escenario A (Modelo de atención actual)

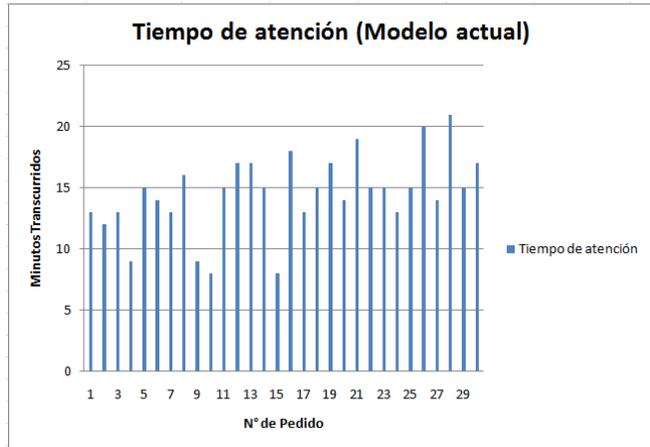
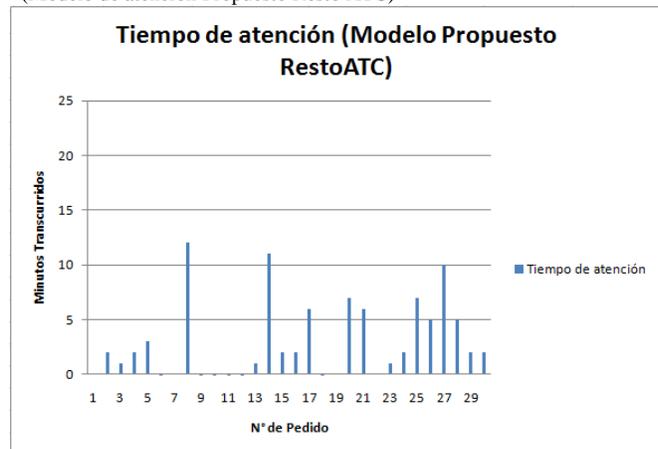


Gráfico 6. Resultados en el tiempo de atención Escenario A (Modelo de atención Propuesto Resto ATC)



El resultado de la simulación del Escenario A planteado demuestra una gran mejoría en los tiempos de espera que los clientes experimentan usando el sistema de atención propuesto, lo cual tiene una repercusión directa en las ganancias económicas que el establecimiento puede llegar a obtener gracias a este sistema de atención a clientes.

5. Componente de Diseño en ingeniería.

5.1. Declaración de Diseño

El diseño final del modelo de servicio tiene como resultado un modelo de reservas que permite al consumidor seleccionar qué comer, en dónde y la franja horaria en la que pasará a retirar su pedido; de igual forma el modelo de servicio le permite a los restaurantes mejorar su planeación de su operación para lograr satisfacer los pedidos, con el objetivo de mejorar su nivel de servicio al cliente.

Este proyecto incluye la implementación del modelo en un software para generar un piloto que puede ser validado.

5.2. Proceso de Diseño

Para diseñar el modelo propuesto, fue necesario dividir su elaboración en dos etapas. Primero, se diseñó una encuesta de percepción de servicio (Ver Anexo 1), con el fin de obtener los parámetros de medición con los cuales se diseñó el modelo de servicio, que incluye el comportamiento de elección de los clientes y el tiempo de respuesta dado por los restaurantes (Ver Anexo 2). Adicionalmente se realizó un estudio de tiempos y movimientos con el fin de analizar el comportamiento del escenario estudiado, evaluando los tiempos de atención y de producción durante 7 días en una franja horaria comprendida entre las 12:00 pm y las 1.30 pm. (Ver Anexo 3)

En segundo lugar, se programó una herramienta computacional que resuelve el problema de atención rápida a través de una heurística voraz. Este modelo de optimización evalúa los tiempos de entrega requeridos, y a través del modelo de ATC (Arrival Time Control) asigna un orden de producción y tiempos de entrega óptimos, reduciendo al máximo los retrasos de cada pedido.

Luego, para medir y analizar el impacto del modelo propuesto, se plantea un escenario hipotético en el modelo de servicio actual con el fin de comparar los indicadores de tiempos de respuesta y atención en ambos casos. (Ver Apartado 4.4). Finalmente, para verificar la funcionalidad de los algoritmos y validar el modelo y los tiempos de entrega, los indicadores fueron comparados a lo largo de un conjunto de escenarios hipotéticos diseñados en base al sistema de atención al cliente en *La Crepería* (Ver apartado 6.1 y 6.2)

5.3. Requerimientos de desempeño

1. Tarifas dinámicas para diversos tipos de reservas.
2. Definición de franjas horarias para la entrega del pedido.
3. Contar con la interfaz del modelo para el restaurante (Ver Anexo 4). (Se esperaba diseñar una interfaz para los clientes, pero se decidió dar prioridad a la interfaz del restaurante, ya que es la que recopila la información suministrada por los usuarios y la que ejecuta el algoritmo ATC que arroja los resultados en tiempos de entrega a los usuarios)

5.4. Pruebas de rendimiento

Primera prueba: se planteó un primer escenario A en el cual se compararon los tiempos de espera que el modelo de servicio actual y el modelo de servicio propuesto dan como respuesta a los clientes; al comparar estos valores y hacer el correspondiente análisis de resultados, se muestra las diferencias evidentes en el tiempo de respuesta y de atención a clientes al implementar el diseño propuesto como sistema de atención. Se determinan umbrales de 15 minutos para los tiempos de espera, los cuales de ser superados se consideran como clientes perdidos o que desisten de realizar la compra del producto, puesto que su umbral de espera ha

sido superado por el tiempo de respuesta del establecimiento (se comparó este supuesto tanto en el modelo de servicio actual como en el modelo de servicio propuesto)

Segunda prueba: Para el modelo de servicio propuesto, se le otorga a los clientes la opción de priorizar la entrega de su pedido a través de incentivos monetarios. De este modo, el sistema re-calcula los tiempos de entrega y cumple con la hora de entrega deseada por el usuario cuyo incentivo monetario fue mayor que el del resto de clientes.

5.5. Restricciones

El modelo diseñado fue realizado a partir de la siguiente información:

- El caso aplicado: Este proyecto fue aplicado usando escenarios hipotéticos, basado en la información recopilada referente a los tiempos de servicio del restaurante *La Crepería*.

- Parámetros: los parámetros fueron definidos a partir de la revisión de la literatura referente a los sistemas que funcionan como modelos ATC

El propósito de este proyecto es modelar un sistema de reserva y compra que disminuya los tiempos de espera específicamente en los restaurantes tipo autoservicio. La programación del piloto se realizó en un software que permite la validación del modelo y no es objetivo de este proyecto el desarrollo de una aplicación (App) para dispositivos móviles. El sistema demuestra ser factible, y se considera viable para el desarrollo futuro en plataformas virtuales para dispositivos móviles.

5.6. Cumplimiento del estándar: Explicar cómo se garantizó que el diseño final cumpla o supere el estándar declarado en proyecto de grado.

Para el desarrollo de este modelo se tendrá en cuenta el uso de la norma (TC69, I. S. O., 2011), la cual estandariza la aplicación de la metodología para mejora continua a través de cinco pasos: Definir, medir, analizar, mejorar y controlar. También se tendrá presente la validación de la calidad del modelo mediante la norma (ISO 9126). (“Modelo ISO 9126” 2017)

6. Resultados

6.1 Primera prueba

Con el fin de evaluar el comportamiento de los tiempos de espera utilizando el sistema propuesto, y corroborar que hay una disminución considerable de los mismos, en esta prueba se considera un **Escenario 1** en el que se generan 15 pedidos por parte de los clientes. Para la programar la entrega de estos pedidos se plantea usar el sistema de atención actual que usa *La Crepería* y también el sistema de atención *RestoATC* propuesto en este proyecto, con los resultados obtenidos se procede con el análisis y la comparación de los tiempos de respuesta que cada uno de los dos sistemas usados arroja como resultado. (También se plantea un **Escenario 2 y 3** en el que se contemplan 25 y 35 pedidos respectivamente, y cuyo análisis y resultado se encuentra en el Anexo 5).

Al igual que en el apartado 4.4, para esta prueba se generan valores de forma aleatoria que corresponden a las *horas de llegada / entrega* para cada orden, entendiendo que para el sistema de atención propuesto estos valores se toman como *horas de entrega*, ya que el cliente puede programar estas horas a través del aplicativo, y para el sistema de atención actual se toman como *horas de llegada*, puesto que el cliente no tiene control en el tiempo de entrega de su pedido, y para poder consumir su producto en la hora que él desea, primero debe cumplir con todo el proceso de atención que inicia desde la hora de llegada al restaurante. De igual forma para el sistema de atención actual, los tiempos de espera en cola serán tomados a partir de la media obtenida de acuerdo a la hora de llegada que se obtuvo como resultado del estudio de tiempos y movimientos realizado (Ver ilustración 8).

Tabla 5. Lista de productos ofrecidos por La Crepería

La Crepería	
Productos	Tiempo de producción (Min)
Mexicano	3
Stroganoff	4
Pollo y Champiñones	3
Jamon y queso	2
Salmon	4
Camarones	5

De acuerdo a la Tabla 5 se procede a generar las 15 órdenes de forma aleatoria con su correspondiente Hora de llegada / entrega, según sea el sistema usado. (Ver Tabla 6)

Tabla 6. Escenario 1 de la primera prueba

Pedido	Hora de llegada / entrega (Min.)	Producto	Precio	Tiempo de Producción (Min)
1	65	Salmon	13000	4
2	37	Stroganoff	9000	4
3	92	Mexicano	8500	3
4	6	Salmon	13000	4
5	95	Camarones	15000	5
6	105	Camarones	15000	5
7	44	Camarones	15000	5
8	7	Salmon	13000	4
9	36	Pollo y Cha	10000	3
10	32	Jamon y qu	7000	2
11	99	Salmon	13000	4
12	110	Camarones	15000	5
13	118	Salmon	13000	4
14	13	Jamon y qu	7000	2
15	2	Salmon	13000	4

Fuente: Autor (2017)

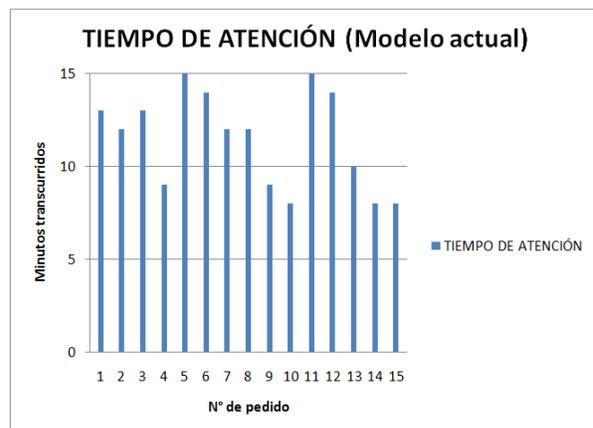
Con este escenario se hace el cálculo correspondiente de los tiempos de procesamiento y atención usando el modelo actual empleado por el restaurante *La Creperia*, (Ver Tabla 7) con el fin de analizar los tiempos de atención (Tiempos de espera) que los clientes experimentan desde la llegada al restaurante hasta la entrega de su orden.

Tabla 7. Resultados del escenario 1 usando el modelo actual

MODELO ACTUAL					
Pedido	Hora de llegada (Min.)	Tiempo de espera en cola	Tiempo de Producción (Min)	Hora de entrega estimada	TIEMPO DE ATENCIÓN
15	2	4	4	10	8
4	6	5	4	15	9
8	7	5	4	19	12
14	13	6	2	21	8
10	32	6	2	40	8
9	36	6	3	45	9
2	37	6	4	49	12
7	44	7	5	56	12
1	65	9	4	78	13
3	92	10	3	105	13
5	95	10	5	110	15
11	99	9	4	114	15
6	105	8	5	119	14
12	110	6	5	124	14
13	118	5	4	128	10

Fuente: Autor (2017)

Gráfico 7. Resultados en el tiempo de atención Escenario 1 (Modelo de atención Actual)



Como se ve en la tabla 7, el despacho de las órdenes a los clientes tiene un tiempo de respuesta mayor a 5 minutos para todos los casos. Y cerca del 67% de las órdenes totales supera el umbral de 10 minutos de tardanza.

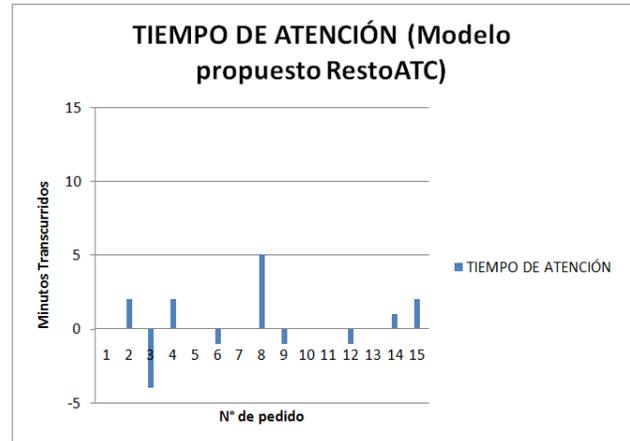
Nuevamente con este escenario se simula el despacho de órdenes utilizando el modelo propuesto, donde se emplea de la herramienta *RestoATC* para calcular el orden idóneo de entrega de pedidos, con el fin de minimizar los tiempos de atención (Ver tabla 8)

Tabla 8. Resultados del escenario 1 usando el modelo propuesto

MODELO PROPUESTO (SISTEMA ATC)					
Pedido	Hora de entrega (Min.)	Hora de inicio de producción	Tiempo de Producción (Min)	Hora de entrega estimada	TIEMPO DE ATENCIÓN
15	2	0	4	4	2
4	6	4	4	8	2
8	7	8	4	12	5
14	13	12	2	14	1
10	32	30	2	32	0
9	36	32	3	35	-1
2	37	35	4	39	2
7	44	39	5	44	0
1	65	61	4	65	0
3	92	85	3	88	-4
5	95	90	5	95	0
11	99	95	4	99	0
6	105	99	5	104	-1
12	110	104	5	109	-1
13	118	114	4	118	0

Fuente: Autor (2017)

Gráfico 8. Resultados en el tiempo de atención Escenario 1 (Modelo de atención Propuesto Resto ATC)



Con este resultado, se evidencia claramente que el modelo propuesto logra una reducción considerable en los tiempos de atención a los clientes, consiguiendo un 77% de cumplimiento en los tiempos de entrega y solamente un máximo de 5 minutos en tiempo de retraso en una de las ordenes. Adicionalmente se logra conseguir una disminución en el total de minutos por tiempo de espera en un 93% del sistema actual, al modelo propuesto.

6.2 Segunda Prueba

Para esta prueba se considera la posibilidad de brindar al cliente la oportunidad de priorizar la entrega de su pedido a través de incentivos dinámicos, lo cual logrará una disminución en los tiempos de espera con respecto a la hora programada por el cliente. El cliente podrá ofertar un valor monetario (no mayor al 15% del valor total de la compra) con el fin de priorizar la entrega de su orden en caso de que esta tenga un tiempo de tardanza mayor a 5 minutos de la hora de entrega deseada.

El **Escenario 4** contempla unas 25 órdenes generadas de forma aleatoria y cuya entrega se programa mediante el sistema de atención *RestoATC*, el cual arrojará el orden óptimo para el despacho de estas órdenes (Ver tabla 9).

Tabla 9. Resultado Escenario 4 (Sin Incentivo Dinámico)

Pedido	Hora de entrega programada (Min.)	Producto	Precio	Tiempo de Producción (Min)	ArrivalTime	IDinamico
1	34	Jamon y queso	7000	2	0,4158324	0
2	117	Pollo y Champiñones	10000	3	0,518669784	0
3	56	Jamon y queso	7000	2	0,03203845	0
4	17	Pollo y Champiñones	10000	3	0,654177725	0
5	24	Mexicano	8500	3	0,375399232	0
6	74	Mexicano	8500	3	0,702406347	0
7	51	Pollo y Champiñones	10000	3	0,336043835	0
8	26	Salmon	13000	4	0,043932736	0
9	6	Camarones	15000	5	0,458703399	0
10	91	Salmon	13000	4	0,822578609	0
11	57	Stroganoff	9000	4	0,868004084	0
12	50	Salmon	13000	4	0,462500155	0
13	30	Pollo y Champiñones	10000	3	0,807041287	0
14	65	Jamon y queso	7000	2	0,626684129	0
15	86	Mexicano	8500	3	0,257985115	0
16	34	Mexicano	8500	3	0,960600197	0
17	78	Stroganoff	9000	4	0,363467097	0
18	40	Pollo y Champiñones	10000	3	0,214759529	0
19	51	Stroganoff	9000	4	0,617498159	0
20	83	Stroganoff	9000	4	0,58992964	0
21	10	Jamon y queso	7000	2	0,04466784	0
22	30	Mexicano	8500	3	0,398755491	0
23	35	Jamon y queso	7000	2	0,83637476	0
24	64	Camarones	15000	5	0,387536824	0
25	31	Mexicano	8500	3	0,16283834	0

Orden de entrega de Pedidos	Hora de inicio de producción	Hora de entrega estimada	TIEMPO DE ATENCIÓN (tiempo de espera)
9	1	6	0
21	8	10	0
4	14	17	0
8	17	21	-5
5	21	24	0
25	24	27	-4
13	27	30	0
16	30	33	-1
1	33	35	1
23	35	37	2
22	37	40	10
18	40	43	3
19	43	47	-4
12	47	51	1
3	51	53	-3
7	53	56	5
11	56	60	3
24	60	65	1
14	65	67	2
6	71	74	0
17	74	78	0
20	79	83	0
15	83	86	0
10	87	91	0
2	114	117	0

Fuente: Autor (2017)

De este resultado se toman 2 pedidos de forma aleatoria y cuyo tiempo de atención (Tiempo de espera) iguale ó supere los 5 minutos de la hora de entrega deseada por el cliente, y se procede a aplicar un incentivo dinámico correspondiente al 10% del valor del plato con el fin de que el sistema re-calcule los tiempos de entrega y arroje una nueva programación en la entrega de estas 25 órdenes (Ver tabla 10). (Para este escenario se toman los pedidos N° 22 y N° 7, ya que son los únicos que cumplen con estas condiciones). Se espera que al aplicar los incentivos monetarios el sistema de prioridad a estos dos pedidos, logrando disminuir sus tiempos de espera, e incluso otorgando al cliente una entrega anticipada de su pedido.

Tabla 10. Resultado Escenario 4 (Con Incentivo Dinámico)

Pedido	Hora de entrega programada (Min.)	Producto	Precio	Tiempo de Producción (Min)	ArrivalTime	IDinamico
1	34	Jamon y queso	7000	2	0,4158324	0
2	117	Pollo y Champiñones	10000	3	0,518669784	0
3	56	Jamon y queso	7000	2	0,03203845	0
4	17	Pollo y Champiñones	10000	3	0,654177725	0
5	24	Mexicano	8500	3	0,375399232	0
6	74	Mexicano	8500	3	0,702406347	0
7	51	Pollo y Champiñones	10000	3	0,336043835	1000
8	26	Salmon	13000	4	0,043932736	0
9	6	Camarones	15000	5	0,458703399	0
10	91	Salmon	13000	4	0,822578609	0
11	57	Stroganoff	9000	4	0,868004084	0
12	50	Salmon	13000	4	0,462500155	0
13	30	Pollo y Champiñones	10000	3	0,807041287	0
14	65	Jamon y queso	7000	2	0,626684129	0
15	86	Mexicano	8500	3	0,257985115	0
16	34	Mexicano	8500	3	0,960600197	0
17	78	Stroganoff	9000	4	0,363467097	0
18	40	Pollo y Champiñones	10000	3	0,214759529	0
19	51	Stroganoff	9000	4	0,617498159	0
20	83	Stroganoff	9000	4	0,58992964	0
21	10	Jamon y queso	7000	2	0,04466784	0
22	30	Mexicano	8500	3	0,398755491	850
23	35	Jamon y queso	7000	2	0,83637476	0
24	64	Camarones	15000	5	0,387536824	0
25	31	Mexicano	8500	3	0,16283834	0

Orden de entrega de Pedidos	Hora de inicio de producción	Hora de entrega estimada	TIEMPO DE ATENCIÓN (tiempo de espera)
9	1	6	0
21	8	10	0
4	14	17	0
5	17	20	-4
22	20	23	-7
8	23	27	1
13	27	30	0
16	30	33	-1
25	33	36	5
18	36	39	-1
1	39	41	7
23	41	43	8
12	43	47	-3
7	47	50	-1
19	50	54	3
11	54	58	1
3	58	60	4
24	60	65	1
14	65	67	2
6	71	74	0
17	74	78	0
20	79	83	0
15	83	86	0
10	87	91	0
2	114	117	0

Fuente: Autor (2017)

Con los resultados obtenidos en la Tabla 10, se observa que al aplicar tarifas dinámicas al sistema, este tiene la capacidad de tomar en cuenta estos valores para re-calcular los tiempos de entrega de las órdenes y consiguiendo dar prioridad a los pedidos que se les haya solicitado ser entregados antes. Como lo es el caso de las ordenes N° 7 y N° 22 que lograron disminuir su tiempo de espera, que inicialmente se encontraba en 5 y 10 minutos, a ser entregadas con un tiempo de anticipación de la hora programada en 1 y 7 minutos respectivamente. Claramente la reprogramación de estas 2 órdenes tendría repercusiones en los tiempos de entrega de las otras, ya que se les está dando prioridad sobre las demás. Como lo fue el caso de la orden N° 1 y N° 23 los cuales tenían un tiempo de espera de 1 y 2 minutos inicialmente, para luego pasar a tener un tiempo de espera de 7 y 8 minutos respectivamente.

7. Conclusiones y recomendaciones.

7.1 Conclusiones

1. Con los resultados obtenidos por la encuesta de sondeo y el estudio de tiempos y movimientos, se pudo corroborar que los altos tiempos de espera en cola, producen una gran insatisfacción en los clientes como parte de la experiencia en el servicio.

2. El sistema diseñado *RestoATC* muestra una mejora en los tiempos de espera y da una respuesta mucho más rápida como modelo de atención a clientes.

3. En las pruebas de rendimiento se logra demostrar una disminución de más de un 80% en los minutos de espera que los clientes deben experimentar desde que llegan al establecimiento hasta que reciben su producto.

4. Se concluye que el sistema *RestoATC* genera una repercusión directa en las ganancias económicas que el establecimiento puede llegar a obtener gracias a este sistema de atención a clientes.

7.2 Recomendaciones

- Los incentivos dinámicos brindan la posibilidad a los clientes de priorizar la entrega de su orden sobre las demás. Es importante definir un valor monetario estándar el cual el cliente pueda incluir de manera opcional; de tal forma que el sistema *RestoATC*, al re-calcular los tiempos de entrega, disminuya o incluso anticipe el tiempo de entrega establecido inicialmente.

- Con el desarrollo de este sistema en una plataforma de software para dispositivos móviles, se lograría un gran impacto y renovaría totalmente los modelos de atención con el que actualmente cuentan los restaurantes.

- Es importante tener en cuenta que para lograr llevar a cabo la implementación de este sistema en un escenario real, es de vital importancia tener claro los tiempos de producción de cada uno de los platos o alimentos que se deseen incluir en el menú ofrecido.

8. Glosario

Arrival Time Control (ATC): es un algoritmo de programación donde el tiempo de los eventos discretos se trata como una variable continua y se ajusta utilizando la retroalimentación de una simulación. (Hong, Prabhu, & Wysk, 2001).

Caso de estudio: es una descripción de una situación real o hipotética, en el cual el desarrollador del caso pone a prueba sus capacidades y conocimientos con el fin de identificar fortalezas y debilidades. (Autor, 2017)

Prueba Piloto: es una experimentación que se realiza por primera vez con el objetivo de analizar su comportamiento. (Autor, 2017)

9. Tabla de Anexos o Apéndices

No. Anexo	Nombre	Desarrollo	Tipo de Archivo	Enlace corto (https://goo.gl/)	Relevancia para el documento (1-5)
1	Encuesta Realizada	Propio	Google Form	https://goo.gl/forms/psZs6r4gFxxWxjKN2	2
2	Resultados Encuesta	Propio	Excel	https://drive.google.com/open?id=0B2sxYE9umZJUEFZNnFXTkJiazg	3
3	Tiempos y Movimientos Creperías	Propio	Excel	https://drive.google.com/open?id=0B2sxYE9umZJaUIIN2kzTEVNMzg	4

4	Herramienta RestoATC	Propio	Excel (Habilitado para Macros)	https://drive.google.com/open?id=1M08UE49N11BhR-afYt0-Am4u_YuBrQcq	5
5	Resultados Pruebas de rendimiento Escenario 2 y 3	Propio	Excel	https://drive.google.com/open?id=1AVy1QFxCe8RoLUdCUP1nDSnrRNvGxNRX	5

Referencias

Amigo, R. (2016). *Más allá del customer experience: La metodología para decodificar el fenómeno humano que hace la diferencia en los negocios*. LID.

Consultores, M. (13 de Noviembre de 2015). Recuperado el Marzo de 2017, de <http://medicosconsultores.com/noticia/que-alimentos-y-nutrientes-estimulan-el-cerebro.html>.

El Tiempo, C. E. (marzo de 2010). *El Tiempo*. Recuperado el marzo de 2017, de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-7384928>.

Gupta, S., Mc Laughlin, E., & Gomez, M. (2007). Guest Satisfaction and Restaurant Performance. *Restaurant Management* , 284-298.

Hong, J., Prabhu, V., & Wysk, R. (2001). Real-time batch sequencing using arrival time control algorithm. *International Journal of Production Research* , 3863-3880.

INNOVA, R. (26 de Febrero de 2014). *Red Innova*. Recuperado el Marzo de 2017, de <http://www.redinnova.com/2014/02/26/entrevista-a-frank-martin-de-restorando/>.

Prabhu, V., & Duffie. (1995). Modelling and Analysis of Nonlinear Dynamics in Autonomous Heterarchical Manufacturing. *CIRP Annals – Manufacturing Technology* , 425–428.

Prabhu, V., & Duffie, N. (1996). Modelling and Analysis of Heterarchical Manufacturing Systems Using Discontinuous Differential Equations. *CIRP Annals – Manufacturing Technology* , 445-448.

UN, A. d. (Enero de 2014). Recuperado el 01 de Marzo de 2017, de <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/articulo/plan-para-solucionar-filas-en-restaurantes-de-universidades.html>.

Yin, R. K. (2013). *Case Study Research: Design and Methods*. Sage Publications.

Zambrano Rey, G., Bekrar, A., Prabhu, V., & Trentesaux, D. (2014). Coupling a genetic algorithm with the distributed arrival-time control for the JIT dynamic scheduling of flexible job-shops. *International Journal of Production Research* , 3688-3709.

10. Anexos

Ficha Técnica (Encuesta de Sondeo)

Ficha técnica Encuesta de sondeo	
Nombre:	Experiencia como cliente en restaurantes
Objetivo de la encuesta:	Conocer la opinión pública acerca del servicio ofrecido por las cadenas de comidas rápidas y demás restaurantes
Fecha de lanzamiento de encuesta:	27-jul-17
Fecha de finalización	01-oct-17
Total de encuestados	254
Público objetivo:	Estudiantes y personal de la Pontificia Universidad Javeriana
Lugar:	Pontificia Universidad Javeriana (Restaurante La Crepería)
Medio de desarrollo y recolección de datos:	Electrónico (Herramienta Google Docs)
Total de Preguntas:	7 (Siete)