

## **La simulación matemática como herramienta para la optimización del recurso humano en restaurantes buffet**

### **Mathematical simulation as a tool for human resource optimization in buffet restaurants**

Jhoselyn Bernal Rodríguez<sup>1</sup> ([mr1952yose@gmail.com](mailto:mr1952yose@gmail.com)) (<https://orcid.org/0000-0001-9669-2344>)

Edian Dueñas Reyes<sup>2</sup> ([edian.duenas@umcc.cu](mailto:edian.duenas@umcc.cu)) (<https://orcid.org/0000-0002-6332-0752>)

Sheily Cepero González<sup>3</sup> ([sheilycg.02@gmail.com](mailto:sheilycg.02@gmail.com)) (<https://orcid.org/0009-0009-4980-5196>)

#### **Resumen**

El presente estudio se realizó en un restaurante buffet, con el objetivo de aplicar la simulación matemática para optimizar la utilización del recurso humano. Para ello se analiza el servicio que se ofrece, sustentado en un análisis de aprovechamiento de la jornada laboral, carga y capacidad de los clientes internos, teniendo como salida la asignación óptima del capital humano según la capacidad de atención a los clientes del restaurante buffet. En el desarrollo de la investigación se emplean un conjunto de técnicas como son: diagrama As-Is, análisis operacional, observación continua individual, análisis de las quejas y la simulación de procesos (software ARENA 14.5). Entre los resultados fundamentales destaca que existen dificultades en las condiciones organizativas del restaurante buffet, así como la necesidad de capital humano para brindar un servicio con la calidad requerida; se aprecia que el tiempo para la reposición de vajilla y montaje de las mesas es elevado, lo que provoca insatisfacción en los clientes por la espera. A pesar de ello se encontraron reservas significativas en cuanto al suministro de aguas y bebidas, adecuado equipamiento (máquinas de fregado) y personal capacitado en el restaurante buffet.

**Palabras clave:** simulación matemática, utilización del recurso humano, restaurante buffet.

#### **Abstract**

This study was carried out in a buffet restaurant, with the objective of applying mathematical simulation to optimize the use of human resources. For this purpose, the service offered is analyzed, based on an analysis of the use of the working day, load and capacity of the internal customers, having as output the optimal allocation of human capital according to the capacity to serve the customers of the buffet restaurant. In the development of the

<sup>1</sup> Máster en Administración de Empresas. Profesor Asistente del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Matanzas. Cuba.

<sup>2</sup> Máster en Administración de Empresas. Profesor Asistente del Departamento de Turismo. Editor de la Revista Retos Turísticos. Universidad de Matanzas. Cuba.

<sup>3</sup> Estudiante de Ingeniería Industrial de la Universidad de Matanzas, Cuba.

research, a set of techniques were used, such as: As-Is diagram, operational analysis, individual continuous observation, analysis of complaints and process simulation (ARENA 14.5 software). Among the fundamental results, it stands out that there are difficulties in the organizational conditions of the buffet restaurant, as well as the need for human capital to provide a service with the required quality; it can be seen that the time for the replacement of tableware and table set-up is high, which causes dissatisfaction among customers due to the wait. Despite this, significant reserves were found in terms of water and beverage supply, adequate equipment (dishwashing machines), and trained personnel in the buffet restaurant.

**Key words:** mathematical simulation, human resource utilization, buffett restaurant.

## Introducción

La restauración precisa de estudios de organización puesto que por las condiciones del mundo cambiante cada día los clientes son más exigentes. Se puede resumir a la restauración como la conversión de los factores de producción (alimentos, capital humano, trabajo) mediante la producción y el servicio, en productos solicitados por un cliente que busca el consumo, la satisfacción y el bienestar. La restauración como producto, permite establecer los mecanismos y acciones encaminadas a lograr una oferta de alimentos y bebidas que satisfaga las exigencias del cliente.

Para lograr un servicio de restauración capaz de superar las expectativas de los clientes, cada día más exigentes, es necesario contar con una adecuada disponibilidad del capital humano y uno de los principios de la política de empleo es emplear a las personas en trabajos útiles (Dueñas Reyes *et al.*, 2022). La fuerza de trabajo debe estar en correspondencia con los objetivos trazados.

Las empresas de servicios, dada la complejidad que encierra el ofertar productos y/o servicios para satisfacer demandas de clientes, se percatan de la importancia del capital humano como recurso clave en la organización, considerados hoy por muchos autores como la esencia de la dirección, gestión empresarial o calidad (Arévalo Haro, *et al.*, 2020; Zavala Choez, *et al.*, 2020).

Los servicios son actividades de naturaleza intangible en los que participa un proveedor y un cliente, generando satisfacción para este último. No es susceptible de almacenamiento y transporte. En forma típica poseen características distintivas que crean retos y oportunidades (Miranda Gómez, 2019).

En los de servicios la velocidad a la cual el sistema es capaz de servir al cliente, trae como efecto, que generalmente en este tipo de sistemas se genere un fenómeno denominado filas de espera, lo cual es un problema que cobra mucha importancia el diseño de las instalaciones, la calidad de atención del personal de contacto, el número de servidores disponibles para servir, entre otros aspectos y que se pueden determinar mediante la simulación (Martín Peña *et al.*, 2016).

La simulación se basa en la representación de situaciones complejas, específicamente, la simulación discreta, puede resultar valiosa para contemplar problemas que involucran colas y variación de comportamientos en el tiempo, además permite una solución a problemas con un proceso de modelado (Contreras Olive *et al.*, 2018; Suárez Chernov *et al.*, 2019).

La simulación es un conjunto de técnicas apoyadas en computadoras para imitar las operaciones de ciertos tipos de sistemas del mundo real (Banks y Nelson, 2010).

Es el estudio de un sistema o sus partes mediante la manipulación de su representación matemática o su modelo físico. Es la imitación o réplica del comportamiento de un sistema o de una situación, usando un modelo que lo representa de acuerdo al objetivo por el cual se estudia el sistema (Navarrete & Gabriel, 2018).

Basados en estos conceptos se puede plantear que la simulación matemática centra su propósito en la anticipación del comportamiento de un sistema, creando un modelo capaz de soportar cambios y tomar diferentes alternativas de solución al problema. Esto permite analizar, además, si la infraestructura existente puede manejar dichos cambios para optimizar el empleo de sus recursos (capital humano), ante la situación planteada.

En muchas ocasiones en la vida real un fenómeno muy común es la formación de colas o líneas de espera en los lugares que se frecuentan como: establecimientos de comercio, instituciones financieras, restaurantes. Esto suele ocurrir cuando la demanda real a la que es objeto un proceso es superior a la capacidad de éste; provocando insatisfacción en los clientes que demandan el servicio y deterioro de la imagen de la entidad. Algunos estudiosos plantean:

Por medio de la aplicación de un modelo matemático, que se rige por medio de parámetros que afectan de manera directa las líneas de espera, la teoría de colas permite dar una estimación de la cantidad de recursos que se deben tener disponibles para cumplir con las expectativas de los usuarios y encontrar un equilibrio entre tiempo de espera, tiempo de servicio y recursos disponibles (Gómez, Luna & Ruiz, 2018).

Elevar la satisfacción de cliente; esto debido a que la formación de colas en determinados negocios de servicio impacta directamente en la opinión del consumidor y puede, incluso, influir en la decisión del mismo sobre volver o buscar una empresa competidora (Bernal Rodríguez *et al.*, 2023). Los tiempos de espera vienen a ser el tiempo en el cual el consumidor de algún servicio espera a ser atendido, siendo este un indicador primordial para el cálculo correcto de teoría de colas, de esta manera ayuda a corregir los tiempos y se evalúa y valor entre el costo y tiempo de espera del sistema (Cueva Ponte, 2018).

La formación de colas es un fenómeno común que ocurre siempre que la demanda efectiva de un servicio excede a la oferta efectiva. Cuando los clientes tienen que esperar en una cola para recibir los servicios, están pagando un coste, en tiempo, más alto del que esperaban. Las líneas de espera largas son costosas para la empresa ya que producen pérdida de prestigio y pérdida de clientes.

Teniendo en cuenta los elementos expuestos con anterioridad se resalta la importancia de esta investigación que tiene como objetivo aplicar la simulación matemática para optimizar la utilización del recurso humano en un restaurante buffet.

## **Materiales y métodos**

El procedimiento que se muestra a continuación es desarrollado por Bernal Rodríguez et al. (2022), el mismo permite cumplir el objetivo trazado a partir del análisis de la infraestructura humana que se necesita para brindar un servicio con la calidad requerida en un restaurante buffet y disminuir la espera de los clientes. Como novedad del procedimiento se puede mencionar la interrelación entre herramientas tradicionales (observación continua individual, observación directa, entre otras) y desarrollo de la informatización (simuladores matemáticos) capaces de pronosticar el futuro. Su integración permite la aplicación en el sector de los servicios, por lo cual se selecciona para la presente investigación.

Pasos del procedimiento a utilizar:

1. Descripción del flujo y análisis del flujo de servicio.

Es la representación del proceso a estudiar, donde se registra analíticamente todos los hechos relativos al método de trabajo existente; y se elabora un diseño gráfico donde se figure cada una de las operaciones de forma detallada para una mejor comprensión del mismo y se estudian todos los factores que afectan al método de realización de una operación y alcanzar la máxima economía general.

2. Análisis de las quejas o insatisfacciones de los clientes

Este análisis complementa la evolución de la calidad, y facilita información sobre las expectativas del cliente, debido a que constituye un método pasivo. Es importante tener en cuenta que el análisis de las quejas, por sí solo; no es un método válido para evaluar, debido a que se conoce que: solamente de 4 a un 6% de los clientes insatisfechos son los que formalizan sus quejas o reclaman. Por otra parte las quejas son indicadores o alertas de fallas del sistema de servicio, de ahí la importancia de su correcto tratamiento, registro y seguimiento.

En este paso se debe de realizar un resumen de las quejas y las reclamaciones que presentan los clientes para asociarlas a los resultados de las encuestas y evaluar las áreas, atributos o procesos más afectados. Se recomienda utilizar el diagrama de Pareto para determinar los problemas a priorizar.

3. Estudio de aprovechamiento de la jornada laboral

El aprovechamiento de la jornada laboral, tributa a la mejora de la utilización de la fuerza de trabajo, por tanto, es de gran importancia aplicar métodos para realizar su estudio a fin de descubrir si se aprovecha o no, y en caso negativo determinar las causas que provocan tal anomalía. Entre los métodos utilizados esta la observación continua individual. Esta es una de las técnicas empleadas para medir el trabajo, “consiste en hacer una descripción detallada de todas las actividades realizadas por

el obrero dentro de la jornada laboral y medir la duración de cada uno de ellas a fin de conocer el empleo de tiempo de trabajo del obrero. El procedimiento utilizado para el estudio de la jornada laboral.

#### 4. Balance de carga y capacidad

Los procesos de servicios se caracterizan por tener un comportamiento no uniforme durante toda la jornada de trabajo, es por ello que cuando se requiere balancear este tipo de procesos se debe tener en cuenta los momentos picos en función de la demanda de los clientes, el tiempo de atención y la demora de los mismos en el establecimiento.

En la siguiente investigación se utiliza la simulación matemática como herramienta de modelación de los procesos. Las etapas para la realización de un proyecto de simulación se describen a continuación:

**Etapas:**  
Etapa 1. Formulación del problema: Definir los objetivos que se desean alcanzar y las variables necesarias para el estudio. El propósito del estudio determina en gran manera el diseño del modelo, pues no todas las razones para el desarrollo de modelos requieren de representaciones con el mismo nivel de precisión.

Etapa 2. Diseño de experimento: En este paso se determina la población objeto de estudio, qué individuos pertenecerán al estudio (muestras), se aplican criterios de exclusión ¿cómo se eligen los individuos para la muestra? y qué datos recoger de los mismos (variables), así como se define el tipo de muestreo a utilizar.

Etapa 3. Recogida y análisis de los datos: La estadística descriptiva es la parte que se ocupa de la recogida, ordenación y presentación de los datos referentes a un fenómeno o proceso que presenta variabilidad o incertidumbre para su estudio. El conocimiento del proceso y de los datos experimentales procedentes de la observación de las entradas y salidas del mismo hacen posible la confección de un buen modelo a simular.

Etapa 4. Construcción del modelo de simulación: Es el proceso de entrada del diagrama descriptivo realizado y de la información recopilada a la herramienta que lo simulará. Para simular el modelo se utiliza el software ARENA desarrollado por ROCKWELL SOFTWARE. El lenguaje de simulación SIMAN constituye la plataforma sobre la que está desarrollado ARENA y todos los módulos que lo componen.

Etapa 5. Verificación y validación: Consiste en comprobar la correcta implementación del modelo en la computadora y verificar que no hay errores en la traducción del modelo confeccionado del proceso a instrucciones del programa, si es rechazado o existe dificultades se debe comprobar que la confección sea la adecuada. La validación del modelo conceptual es el proceso de comprobar la veracidad de las teorías para que la representación del sistema sea correcta, con relación al propósito del modelo.

Etapa 6. Análisis de los resultados: El experimento de simulación suele tener uno de estos dos comportamientos: condición clara de terminación para el proceso de simulación o no existe dicha condición y la simulación es sin terminación prolongándose

el tiempo necesario hasta alcanzar resultados independientes de los parámetros iniciales, es decir hasta alcanzar un estado estacionario. Los resultados obtenidos al simular el proceso son analizados para tomar decisiones y poder determinar las deficiencias del proceso y aplicar acciones de mejoras.

## **Resultados**

### **Paso 1. Descripción y análisis del flujo de servicio**

Para realizar el análisis interrelacionado de las actividades del dependiente en un restaurante buffet, se confecciona un diagrama de flujo que se inicia con el arribo del cliente al restaurante. El cliente pasa directamente a la mesa buffet en busca de los alimentos y después ocupa la mesa para consumir, o pasa directamente a ocupar la mesa y después busca los productos, pero una vez instalados en las mesas el dependiente es el encargado de buscar y reponer las bebidas a consumir, así como retirar la vajilla sobrante. La secuencia de actividades, en el diagrama de flujo que se elabora, permite visualizar la tendencia general del flujo real en el proceso de atención al cliente del restaurante. Para comprender sintetizadamente su funcionamiento se presenta la figura 1.

### **Figura 1**

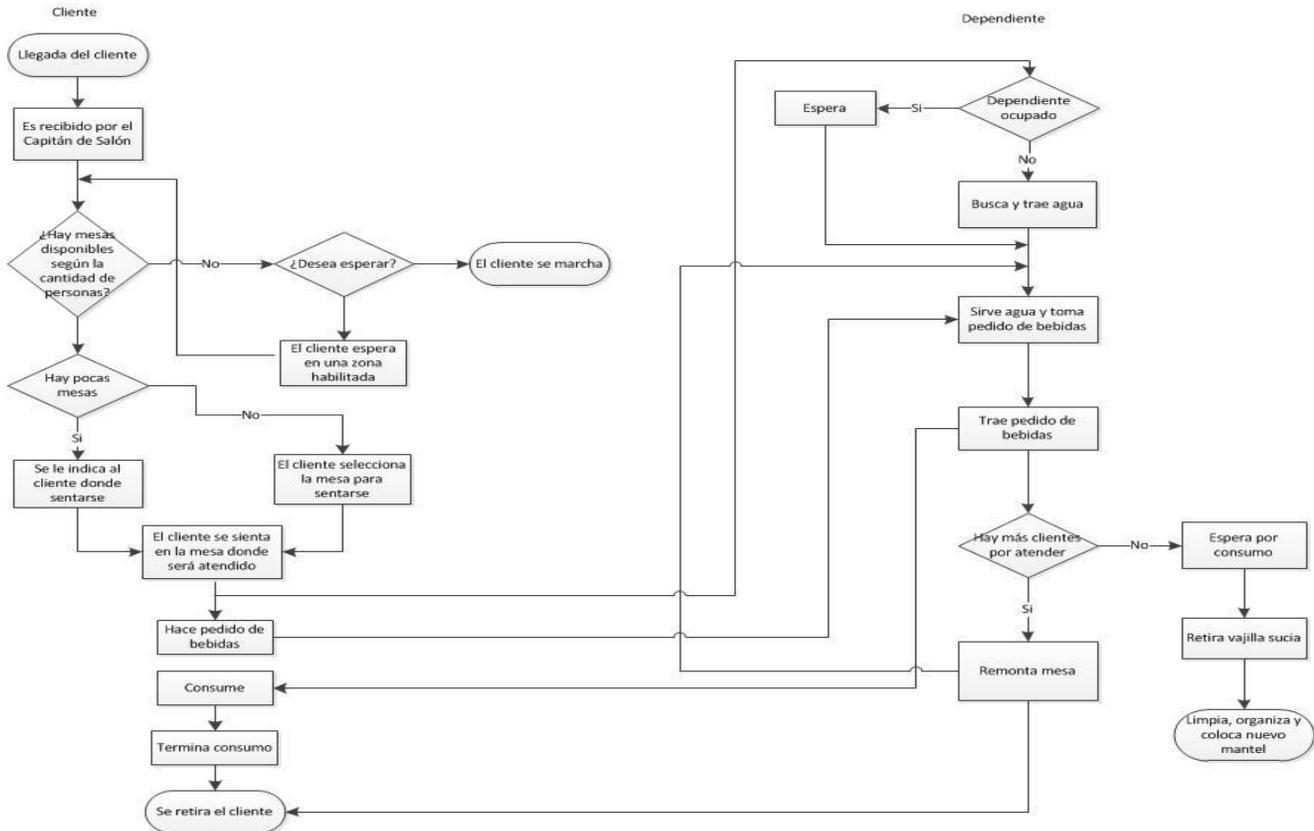


Diagrama As-Is del restaurante buffet

Con el propósito de analizar críticamente cada una de las actividades descritas anteriormente y conocer cuáles aportan valor, se aplica el análisis operacional, el resultado aparece en la tabla 1.

Tabla 1.

Resultado del cuestionario del análisis operacional.

| Preguntas                                 | Recibir cliente | Busca y trae agua | Sirve agua | Toma pedido de bebidas | Busca y trae bebidas | Sirve bebidas | Repone bebidas | Retira vajillas | Lleva y coloca vajilla | Limpia y pone nuevo mantel | Remonta mesa |
|---|-----------------|-------------------|------------|------------------------|----------------------|---------------|----------------|-----------------|------------------------|----------------------------|--------------|
| ¿Esta operación o actividad es necesaria? | Si              | Si                |            | Si                     | Si                   | Si            | Si             | Si              | Si                     | Si                         | Si           |
| ¿Agrega valor?                            | Si              | Si                |            | Si                     | Si                   | Si            | Si             | Si              | Si                     | Si                         | Si           |
| ¿Se puede eliminar?                       | No              | No                |            | No                     | No                   | No            | No             | No              | No                     | No                         | No           |
| ¿Se puede unir a otra?                    | No              | No                |            | No                     | No                   | No            | No             | No              | No                     | No                         | No           |
| ¿Se realiza en el lugar adecuado?         | Si              | Si                |            | Si                     | Si                   | Si            | Si             | Si              | Si                     | Si                         | Si           |

|                                 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| ¿Se puede reordenar?            | No |
| ¿Posibilidad de automatización? | No |
| ¿Está asegurada?                | Si |
| ¿Se puede mejorar?              | No |

Fuente: Elaboración propia a partir de los referentes teóricos consultados.

A través del mismo se detecta que los métodos de trabajo utilizados facilitan y agilizan las actividades de los dependientes, aportando valor al proceso, acrecentando la percepción que se lleva el cliente del servicio brindado.

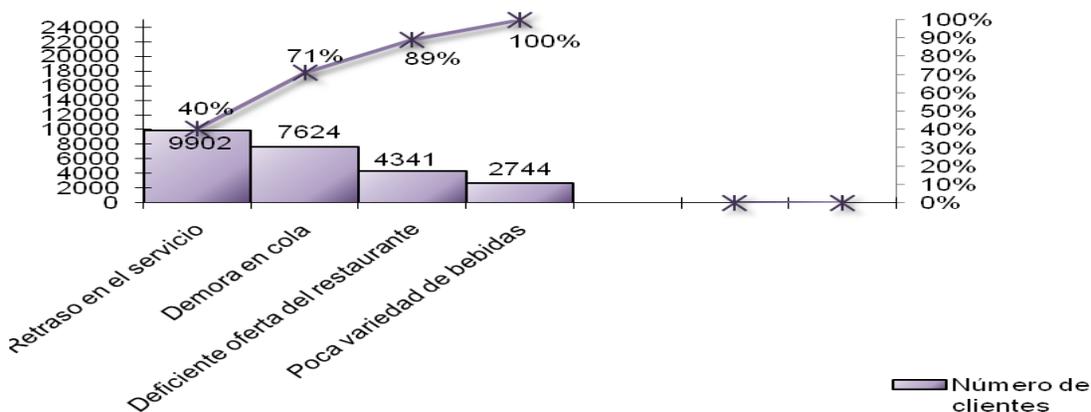
Paso 2. Análisis de las quejas o insatisfacciones de los clientes.

La satisfacción del cliente externo cuando se brinda en servicio es una prioridad; por tanto, es necesario conocer cuáles son las principales quejas emitidas por los diferentes clientes. Para ello se aplicó una encuesta, expresando los resultados a través del diagrama Pareto. En la figura 2 se muestran los resultados.

Se decide efectuar un estudio del aprovechamiento de la jornada laboral (JL) para conocer el comportamiento de ésta, y las principales causas de desaprovechamiento al diagnosticar los tiempos ociosos y la posible existencia de trabajadores subutilizados o sobrecargados. Para realizar el estudio se tuvo en cuenta un nivel de precisión ( $S = \pm 5\%$ ) y un nivel de confianza ( $NC = 95\%$ ), en los que se asume, que el tiempo de trabajo sigue una distribución normal.

**Figura 2.**

*Diagrama Pareto con las principales quejas de los clientes*



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos y los referentes teóricos consultados.

Paso 3. Estudio del aprovechamiento de la jornada laboral.

**Tabla 2.**

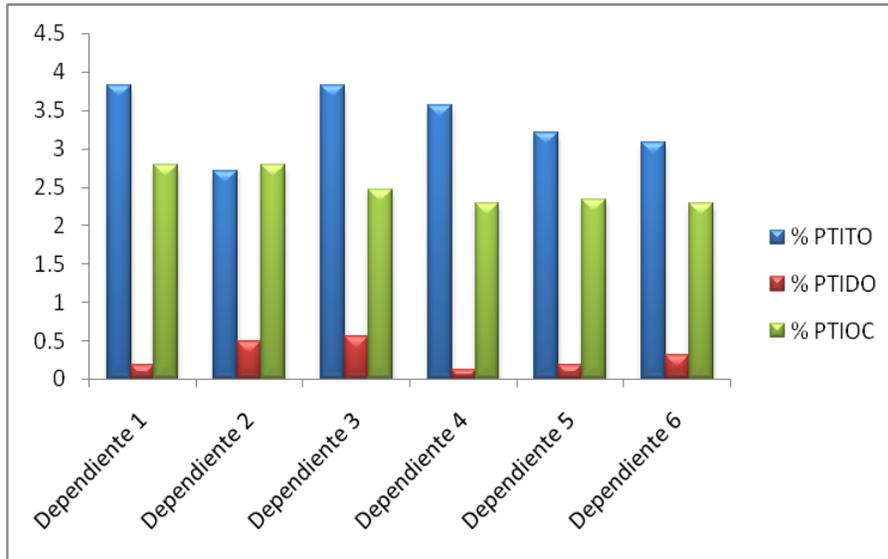
*Resultados de la observación continua individual*

| Dependientes | $\bar{X}$<br>= TTR | % P <sub>TITO</sub> | % P <sub>TIDO</sub> | % P <sub>TIOC</sub> | JL  | N     | N <sub>≤3</sub> | % AJL |
|--------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----|-------|-----------------|-------|
| 1            | 472,67             | 3,83                | 0,18                | 2,78                | 540 | 0.153 | Válido          | 93.08 |
| 2            | 474                | 2,71                | 0,49                | 2,78                | 540 | 0.09  | Válido          | 93.83 |
| 3            | 466,33             | 3,82                | 0,55                | 2,46                | 540 | 0.25  | Válido          | 93.14 |
| 4            | 477                | 3,57                | 0,12                | 2,28                | 540 | 0.59  | Válido          | 94.01 |
| 5            | 477                | 3,20                | 0,18                | 2,34                | 540 | 0.05  | Válido          | 94.38 |
| 6            | 479,33             | 3,08                | 0,31                | 2,28                | 540 | 0.17  | Válido          | 94.56 |

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

### Figura 3.

#### Representatividad de las pérdidas de tiempo en la jornada laboral



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

Del análisis realizado se puede concluir que los dependientes aprovechan entre un 93% y 95% la jornada de trabajo, lo que se considera un buen rendimiento, no obstante, se detecta un porcentaje de desaprovechamiento. Estos tiempos improductivos dentro de la jornada laboral, aunque representan un bajo por ciento, es necesario analizarlos para erradicarlos.

#### Paso 4. Balance de carga y capacidad.

Dado que el proceso analizado es un servicio, en el que inciden muchas variables sobre el trabajo de los dependientes, la afluencia de los clientes al restaurante determina la existencia de momentos picos, se hace necesario utilizar herramientas de simulación matemática para poder analizar la utilización de los recursos del sistema y con ello determinar la plantilla. Los pasos a seguir para la simulación del proceso, y sus correspondientes resultados se describen a continuación.

#### Etapa1. Formulación del problema.

La investigación tiene como objetivo desarrollar un modelo de simulación que facilite la comprensión y análisis del procedimiento realizado por un dependiente al prestarle servicio al cliente que arriba al restaurante, poniendo especial atención a las limitaciones identificadas en el proceso, el factor de utilización de los recursos, el tiempo ocioso del capital humano, la cantidad de clientes que arriban al restaurante para recibir el servicio. Para ello se requiere el análisis de las siguientes variables: Cantidad de arribos, Tiempo de autoservicio, Tiempo de servicio, Tiempo de consumo, Tiempo de preparación de las mesas.

## Etapa 2. Diseño de experimento.

El restaurante buffet ofrece servicios para desayuno, almuerzo y cena. Por la magnitud del estudio, a través de la observación directa (tres días) y entrevista a trabajadores, se detecta los servicios de almuerzo como el momento del día donde más clientes visitan el restaurante figura 4. Por tanto, se toma el almuerzo como momento crítico para la investigación.

### Figura 4.

*Momento crítico para la investigación*

#### **arribo de clientes**



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

Período a analizar: del análisis de la información recopilada y la observación realizada se toma para la investigación el horario de servicio al cliente dentro de la jornada de trabajo del dependiente; los lunes, martes y miércoles dentro de la semana, días en condiciones normales, donde se obvia el resto de los días por ser atípicos (cenas especiales, entradas o salidas de gran número de clientes, fechas señaladas, bodas y otros), en el mes de marzo, temporada de alza. Descripción de la variable:

- Arribo de clientes: Número de arribos que cada 10 minutos (intervalo fijado) llegan al restaurante, para consumir el servicio. Los datos a recoger son la cantidad de clientes por arribos, lo que permite analizar qué capacidad de mesa se solicita por cada arribo.
- Tiempo de autoservicio: Tiempo que invierte el cliente en auto-servirse los productos a consumir. Los datos a recoger son el tiempo que demora el cliente en buscar el producto en la mesa buffet hasta sentarse a la mesa.
- Tiempo de servicio: Tiempo que demora un dependiente en atender cada mesa. Los datos a recoger son el tiempo que demora el dependiente en cada tipo de mesa que atiende (mesa de 2, 4, 6 personas).
- Tiempo de consumo: Tiempo que demoran los clientes en consumir los alimentos ofertados en la mesa buffet. Los datos a recoger son el tiempo que demora el cliente consumiendo en cada tipo de mesa (mesa de 2, 4, 6 personas).

- Tiempo preparación de la mesa: Tiempo que demora un dependiente en montar y desmontar la mesa. Los datos a recoger son el tiempo que demora el dependiente en recoger la vajilla, limpiar la mesa, poner mantel limpio, colocar cubiertos y copas (mesa de 2, 4, 6 personas).

Diseño del muestreo: Se fija para la investigación un Nivel de Confianza del 95% donde se asume un  $\alpha=0,05$ .

- Variable cantidad de arribos: Se desconocen los parámetros de la población, por lo que se parte de una muestra piloto de 30 observaciones.
  - ✓ Tipo de muestreo: Se divide el horario de apertura del restaurante en intervalos de 10 minutos (12:30pm-2:30pm) para un total de 12 intervalos por día. Se utiliza el muestreo aleatorio simple, donde se lleva a una tabla de números aleatorios los intervalos, y seleccionando aleatoriamente aquellos momentos en los que se realizara la observación. Una vez obtenida la muestra piloto, se procede a calcular la muestra, para cálculo de muestras pilotos donde  $d=2$ ,  $\alpha=0,05$  y se continúa el procedimiento.
- Variable tiempo de autoservicio: Se desconoce los parámetros de la población, por lo que se parte de una muestra piloto de 30 observaciones.
  - ✓ Tipo de muestreo: Se emplea el muestreo aleatorio simple, donde se lleva a la tabla de números aleatorios los valores de las observaciones realizadas durante el horario de servicio del restaurante y seleccionando 30 observaciones de forma aleatoria.
- Variables tiempo de consumo y tiempo preparación de mesa: En ambos casos se desconoce los parámetros de la población, por lo que se parte de una muestra piloto, constituida por: 30 observaciones para mesa de 2, 30 observaciones para mesa de 4 y 30 para la mesa de 6.
  - ✓ Tipo de muestreo: Se enumera las mesas y se selecciona la muestra a partir del muestreo aleatorio simple. Una vez obtenida la muestra piloto, se procede a calcular la muestra, para cálculo de muestras pilotos donde  $d=2$ ,  $\alpha=0,05$  y se continua el procedimiento.

### Etapa 3. Recogida y análisis de datos.

Se recoge las observaciones de la muestra piloto, utilizando la técnica de observación directa para el “arribo de clientes” y el cronometraje para el resto de las variables, en el caso del cronometraje se selecciona al dependiente promedio “Dependiente 2”, con un aprovechamiento de la jornada laboral de 93,83%. Las muestras iniciales son procesadas en el STATGRAPHICS CENTURION Versión XV, y del análisis descriptivo de la variable, se determina los estadígrafos media y desviación típica. Se procede al cálculo de la muestra. Los resultados para cada variable se muestran en la tabla 3.

**Tabla 3.**

*Resultados del cálculo de muestra y análisis descriptivo de las variables.*

| Variable                      | Muestra inicial |    | Estadígrafos |          | Muestra recalculada | Estadígrafos |          |
|-------------------------------|-----------------|----|--------------|----------|---------------------|--------------|----------|
|                               |                 |    | $\bar{X}$    | $\Sigma$ |                     | $\bar{X}$    | $\Sigma$ |
| Arribos de clientes           | 30              |    | 15,033       | 1,12903  | 30                  | 15,033       | 1,12903  |
| Tiempo de autoservicio        | 30              |    | 5,43         | 1,52414  | 30                  | 5,43         | 1,52414  |
| Tiempo de servicio            | Mesa 2          | 30 | 7,67         | 1,241    | 30                  | 7,67         | 1,241    |
|                               | Mesa 4          | 30 | 12,9         | 1,4468   | 30                  | 12,9         | 1,4468   |
|                               | Mesa 6          | 30 | 15,83        | 1,34121  | 30                  | 15,83        | 1,34121  |
| Tiempo de consumo             | Mesa 2          | 30 | 15,27        | 2,2427   | 30                  | 15,27        | 2,2427   |
|                               | Mesa 4          | 30 | 20,37        | 2,4567   | 30                  | 20,37        | 2,4567   |
|                               | Mesa 6          | 30 | 30,4         | 2,127    | 30                  | 30,4         | 2,127    |
| Tiempo de preparación de mesa | Mesa 2          | 30 | 3,43         | 0,9714   | 30                  | 3,43         | 0,9714   |
|                               | Mesa 4          | 30 | 5,7          | 0,535    | 30                  | 5,7          | 0,535    |
|                               | Mesa 6          | 30 | 6,87         | 0,7303   | 30                  | 6,87         | 0,7303   |

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

En el restaurante los clientes llegan en grupos conformados entre 1 y 6 personas, en función de ello seleccionan el tipo de mesa según la capacidad del mismo. Por tanto, se utilizan 3 recursos: mesa de 2 plazas, de 4 plazas y 6 plazas.

Distribución de probabilidad que siguen las variables:

Se procede a estimar el comportamiento estadístico de las variables definidas para el modelo, se selecciona la opción de ajuste de distribuciones con la prueba para probar normalidad.

La variable arribo de clientes sigue una distribución Poisson, mientras que el tiempo de autoservicio (distribución Weibull 2,5+ (3,31; 2,06)), el tiempo de servicio de mesa 2: distribución Weibull 5,5+ (2,43; 1,8), mesa 4: distribución triangular (10,5; 11,7; 16,5), mesa 6: distribución triangular (13,5; 16; 19,5), preparación de las mesas 2, 4 y 6: sigue una distribución triangular (10,5; 15; 19,5), (15,5;20; 25,5) y (25,5; 30; 35,5) respectivamente. Mientras el tiempo de preparación de mesa 2: distribución Uniforme (1,5; 5,5), mesa 4: distribución Normal (5,7; 0,526) y mesa 6: distribución triangular (5,5;

6,6; 8,5). Las salidas del software con las distribuciones y los parámetros se visualizan en la figura anterior.

Paso 3.4: Construcción del modelo de simulación. El referido modelo de simulación se construye partiendo del diagrama de flujo realizado y de los datos recopilados con su correspondiente análisis estadístico, imprescindibles a la hora de entrar la información al lenguaje de simulación ARENA, y se fija los elementos necesarios para simular:

Entidad: representa al grupo de clientes que arriban al sistema y se mueve a través del proceso:

- “Clients”: Unidad que se mueve en el sistema representando al grupo de clientes que arriban al buffet.

Recursos: el sistema cuenta con dos tipos de recursos:

- “Table”: Mesas que son ocupadas por los clientes y las cuales son diferenciadas según su capacidad, por lo que se define tres tipos de recursos “mesas”:
  - ✓ “table 2”: mesas que con capacidad entre 1 y 2 personas
  - ✓ “table 4”: mesas que con capacidad entre 1 y 4 personas
  - ✓ “table 8”: mesas que con capacidad entre 1 y 6 personas
- “Empleado”: Dependiente que brinda el servicio, para lo cual se cuenta con 12 dependientes en el sistema.

Estaciones de servicio: El restaurante se separa en dos estaciones (por las características de software) de servicio que el cliente selecciona para su consumo.

- “Station 1”: estación 1, 2, 3 y 4 del restaurante buffet.
- “Station 2”: estación 5 y 6 del restaurante buffet ubicadas en la terraza.
- Solicitud de servicio por estaciones.

| Number Waiting                                | Average |
|---|---------|
| Solicitud de servicio de empleado M2 S1.Queue | 9.5299  |
| Solicitud de servicio de empleado M2 S2.Queue | 0.9903  |
| Solicitud de servicio de empleado M4 S1.Queue | 6.5089  |
| Solicitud de servicio de empleado M4 S2.Queue | 0.4929  |
| Solicitud de servicio de empleado M6 S1.Queue | 5.5168  |
| Solicitud de servicio de empleado M6 S2.Queue | 1.3079  |

### Paso 3.5. Verificación y validación.

Como resultado del estudio y el tiempo invertido para la investigación se dispuso de información cuantitativa y cualitativa sobre el funcionamiento de un restaurante y la evolución que ha experimentado en los últimos tiempos.

Para correr el programa y que los valores buscados estén en un rango con un elevado % de probabilidad, es decir, la medida del error que se cometa en la simulación, se selecciona una longitud de simulación de 2:00 horas.

Mediante una corrida experimental es posible verificar, a través de las salidas del software, que el modelo sí refleja de manera razonable el comportamiento real del proceso de servicio al cliente.

### Paso 3.6. Análisis de los resultados.

Seguidamente se analiza los resultados de la simulación con el propósito de identificar deficiencias en el proceso y proponer acciones de mejoras.

- *Inst Util y Sched Util*: Representa la utilización de cada recurso (en este caso dependiente y mesa), es decir, los dependientes se utilizan en un 92,22% y 88,72% en la Estación 1 y 2 respectivamente.
- *Num Busy*: Representa la cantidad de recursos que son utilizados (dependiente, mesa). En el modelo simulado de los ocho dependientes de la Estación 1, se utilizan 7,38 dependientes y en la Estación 2 de los cuatro dependientes son ocupados 3,55. Por lo tanto se necesitan los 12 dependientes en el restaurante para brindar el servicio: ocho en la Estación 1 y 4 en la Estación 2. Los resultados que se obtienen se corresponden con la distribución actual de los dependientes en el restaurante.
- *Num Seized*: Representa la cantidad de veces que se utiliza cada recurso, en este caso representa la cantidad de veces que el dependiente repite el ciclo de trabajo para una mesa. En la Estación 1 los ocho dependientes repiten el ciclo 112 veces, lo que indica que cada dependiente puede atender 14 mesas y en la Estación 2 los cuatro empleados atienden como promedio 50 mesas, por lo que individualmente pueden atender 12 mesas.

Los resultados del análisis de las colas de los clientes en espera del servicio del dependiente se muestran a continuación:

- *Number waiting*: indica la cantidad de clientes que como promedio esperan por el servicio del dependiente. En la Estación 1 es donde mayor cantidad de clientes esperan por los servicios del dependiente, como promedio entre 5 y 10 personas, en las mesas de dos, cuatro y seis plazas.

## Discusión

El componente metodológico realiza un análisis del proceso y se representa mediante el diagrama As-Is, método de representación gráfica ampliamente utilizado en la literatura para los procesos de servicios, luego se aplica un análisis operacional para demostrar que actividades pueden eliminarse, combinarse o cuales no aportan valor en el proceso. Estos elementos constituyen el punto de partida para el análisis de la jornada laboral además de balancear las actividades con respecto a la disponibilidad de recursos humanos necesarios para así eliminar subutilización o sobrecarga del personal. Se determina que cada estación necesita como mínimo 2 persona para mejorar la eficiencia del servicio y disminuir las listas de espera. Resaltar que la investigación se efectúa en temporada alta donde la afluencia de clientes es mayor, en caso de temporada baja sería necesario realizar el análisis de capacidad.

## Conclusiones

El procedimiento aplicado demuestra que la simulación matemática es una herramienta efectiva para la optimización de la utilización del capital humano en un restaurante buffet, dando cumplimiento al objetivo general de la investigación.

Se utiliza la técnica de observación continua individual en el restaurante-buffet, la cual demuestra que existe un aprovechamiento de la jornada de trabajo de los dependientes entre 93% y 95% obteniéndose que las principales causas que provocan pérdida de tiempo es debido a condiciones técnico – organizativas de la instalación, por problemas de indisciplinas del trabajador y por otras causas organizativas.

La aplicación de las técnicas propuestas permite determinar que se necesitan 12 dependientes para ejecutar el servicio en el restaurante y que los clientes en cola deben esperar no deben ser más de 10 para recibir la atención de los dependientes.

## Referencias bibliográficas

- Arévalo Haro, M. J., Cambal Condo, J. N. y Araque Cachiguango, V. E. (2020). Gestión de la calidad en empresas de servicios: evaluación de la empresa inmobiliaria crea en la provincia de Pastaza. *Revista Investigacion Operacional*, 41(3), 425-431. <https://rev-inv-ope.pantheonsorbonne.fr/sites/default/files/inline-files/41320-11.pdf>
- Banks, J. y Nelson, B. (2010). *Discrete-Event Simulation*. New Jersey (USA), Prentice Hall.
- Bernal Rodríguez, J., Dueñas Reyes, E., Clapés Rodríguez, Y. & Artiles Acosta, R. (2023). Cálculo del recurso humano en una instalación hotelera. *Retos Turísticos*, 22(1), e-5168. <https://retosturisticos.umcc.cu/index.php/retosturisticos/article/view/44>

- Bernal Rodríguez, J., Dueñas Reyes, E. & Sánchez Suárez, Y. (2022). La simulación y el cronometraje de operaciones para el cálculo de recursos. Caso: Restaurante Buffet. *Ingeniería Industrial*, 43(3), 1-14. <https://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/view/1172>
- Contreras Olive, Y., Reyes Fournier, M., Nates Reyes, A. B. y Pérez Arbolay, M. D. (2018). Los simuladores como medios de enseñanza en la docencia médica. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 47(2), 1-11. [http://scielo.sld.cu/pdf/mil/v47n2/a10\\_91.pdf](http://scielo.sld.cu/pdf/mil/v47n2/a10_91.pdf)
- Cueva Ponte, D. Y. (2018). *Aplicación de teoría de colas para reducir el tiempo de espera de los clientes en la empresa Lima7barbershop Chimbote*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/27825>
- Dueñas Reyes, E., Cabot Grillo, D., Rodríguez Veiguela, Y., & Cepero González, S. (2022). Diagnóstico de las dimensiones del clima organizacional en una instalación hotelera. *Retos Turísticos*, 21(1), e-4029. <https://retosturisticos.umcc.cu/index.php/retosturisticos/article/view/23>
- Gómez, J. N., Luna, W. O. & Ruiz, P. (2018). Análisis y simulación de tiempos de espera aplicando teoría de colas en la terminal de transportes de Popayán Cauca Colombia. *Publicaciones e Investigación*, 12(2), 35-53. <https://doi.org/10.22490/issn.2539-4088>
- Martín Peña, M. L. y Díaz Garrido E. (2016). *Fundamentos de dirección de operaciones en empresas de servicios*. ESIC.
- Miranda Gómez, E. (2019). *Diseño de servicios de alto estándar en Hoteles de Matanzas*. Universidad de Matanzas. <http://rein.umcc.cu/handle/123456789/2477>
- Navarrete, C. & Gabriel, F. (2018). *Análisis y propuesta de simulación de sistema de colas en la institución financiera JEP para reducir tiempos de espera*. <https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/12608>
- Suárez Chernov, V. D., López Díaz, I. y Álvarez González, M. (2019). Estimación de la producción de biogás a partir de un modelo de simulación de procesos. *Centro Azúcar*, 46(1). <http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v46n1/2223-4861-caz-46-01-73.pdf>
- Zavala Choez, F. N. y Vélez Moreira, E. M. (2020). La gestión de la calidad y el servicio al cliente como factor de competitividad en las empresas de servicios – Ecuador. *Ciencias económicas y empresariales*, 6(3), 264-281. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1284>

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores: Los autores participaron en la búsqueda y análisis de la información para el artículo, así como en su diseño y redacción.