



# **Optimización del sistema de atención a clientes de una crepería, mediante la simulación discreta**

## **Optimization of the customer service system of a creperie, through discrete simulation**

Ely-Monserrath Pérez-García<sup>1</sup>, Rocío Sánchez-Escobar<sup>1</sup>, Odilón Lara-Hernández<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México – ITS Álamo Temapache, Veracruz, México.

---

Recibido: 20-09-2021  
Aceptado: 30-11-2021

Autor correspondiente: [ely.pg@alamo.tecnm.mx](mailto:ely.pg@alamo.tecnm.mx)

## Resumen

La simulación ha sido parte importante para el incremento de la productividad en las organizaciones debido a que permite tomar decisiones a partir de escenarios virtuales sin incidir en un riesgo financiero. Esta investigación se desarrolla en 5 fases; Recolección de la información, definición del tamaño de la muestra, pruebas estadísticas, construcción del modelo de simulación y definición de dos escenarios, para la optimización del proceso de atención a clientes de un micronegocio dedicado a la venta de crepas artesanales. El escenario actual emplea un recurso y atiende 1,625 clientes en un periodo de 32 días (5 horas por día). El escenario propuesto contempla un cajero y un cocinero donde ambos atienden a 1729 clientes, en el mismo periodo de tiempo. Al asignar un segundo recurso al sistema los clientes atendidos aumentan en un 6% lo que equivale a \$5,200 MX. En el escenario 1, el tiempo de espera es de 15.744 minutos y en un segundo escenario fue de 5.18 minutos. Obteniendo del escenario propuesto una reducción del 67% en los tiempos de espera para ser atendidos por entidad.

**Palabras clave:** Simulación, Modelo, Sistema, Optimización, Proceso.

## Abstract

Simulation has been an important part of increasing productivity in organizations because it allows decisions to be made from virtual scenarios without affecting a financial risk. This research is developed in 5 phases; Collection of information, definition of the sample size, statistical tests, construction of the simulation model and definition of two scenarios, for the optimization of the customer service process of a microbusiness dedicated to the sale of artisanal crepes. The current scenario employs one resource and serves 1,625 customers in a 32-day period (5 hours per day). The proposed scenario contemplates a cashier and a cook where both serve 1729 customers, in the same period of time. By allocating a second resource to the system, the clients served increase by 6% which is equivalent to \$5,200 MX. In scenario 1, the timeout is 15,744 minutes and in a second scenario it was 5.18 minutes. Obtaining from the proposed scenario a reduction of 67% in waiting times to be attended by entity.

**Keywords:** Simulation, Model, System, Optimization, Process.

## 1. Introducción

En las organizaciones es fundamental la toma de decisiones, debido a que estas generan impactos significativos en los procesos productivos, Chud, V. L., et. al. (2020) por lo que constantemente buscan la optimización y la correcta asignación de los recursos que intervienen en la producción. Navarro & Cisneros, (2017).

El modelado y la simulación han permitido estudiar a través de la tecnología diferentes escenarios que faciliten a la empresa tomar la mejor alternativa (Regaliza, et. al 2016) La simulación se utiliza en todos los sectores empresariales siendo una herramienta multidisciplinaria que evaluar alternativas de mejora, en procesos complejos. Institucional, A. (2018). Por lo que, Peña & Jiménez, (2020) afirma que la simulación de eventos discretos es utilizada para representar sistemas reales logrando determinar el escenario óptimo; Orozco (2019) menciona que la simulación de eventos discretos es una herramienta de gran potencial en los sistemas productivos o de servicios.

Las aplicaciones de la simulación de eventos discretos han permitido a las organizaciones aumentar la productividad, al reducir la incertidumbre en sus procesos productivos, administrativos, financieros, entre otros. Logrando evaluar diferentes propuestas y sobre ellos tomar la decisión que conlleve a la optimización del sistema. En la revisión literaria Sánchez y Ceballos (2015), Pernía et. al (2017), Garriz y Domingo (2017), Omogbaia y Salonitis (2016), Sachidanandaa, et. al (2016), mencionan que la simulación de eventos discretos contribuyó al incremento del rendimiento de sus procesos, a través de la reducción de los tiempos, optimización de los recursos y reducción de los costos operativos.

En función de lo planteado, la simulación es una herramienta computacional que permite modelar sistemas de colas o líneas de espera cuando un conjunto de entidades demanda un servicio que excede la capacidad para prestarlo en ese instante. (Edith, M.D., et. al 2018) utiliza un procedimiento de simulación para la optimización donde adopta las herramientas industriales para el diseño del diagnóstico y detalla el proceso de atención, puntualizando que las técnicas aplicadas son razonables para determinar la cantidad de recursos, de modo que se oferte un nivel de servicio que cumpla las expectativas de los clientes. Según M, P. C, et. al (2019) & Arellano Díaz, H. O. (2017) los procesos de servicio al cliente deben realizarse de la manera más eficiente, logrando minimizar los tiempos de espera y recursos utilizados, brindando calidad en el servicio como ventaja competitiva.

El objetivo de este estudio se centró en el análisis del proceso de atención a clientes de un micronegocio dedicado a la venta de crepas artesanales, se utilizó la simulación de eventos discretos con el propósito de evaluar diferentes escenarios que muestren el comportamiento de las variables involucradas (recursos) en periodos de alta demanda, debido a que el problema principal de este micronegocio son el tiempo de espera en fila para ser atendido. Para simular el proceso actual y los respectivos escenarios se usó el software Arena, Rockwell Automation, I. (2021) utilizado para la modelar sistemas complejos.

Este documento se estructura en cuatro secciones; introducción, materiales y métodos, resultados y conclusiones; la sección de introducción abarca la revisión de la literatura con base en la consulta de fuentes bibliográficas que sustentan la importancia de realizar este estudio. La sección de materiales y métodos describe la metodología utilizada para este caso de estudio. La sección de resultados evalúa los dos escenarios analizados; actual y propuesto, para seleccionar la mejor alternativa de solución.

## **2. Materiales y métodos**

### **2.1 Caso de Estudio.**

El caso de estudio refiere a un micronegocio dedicado a la venta de crepas artesanales ubicado como una isla (servicio express) dentro de la plaza comercial en la ciudad de Tuxpan, Veracruz. Esta confitería ofrece a sus clientes nueve tipos de crepas artesanales, este micronegocio cuenta con dos horarios de atención; matutino y vespertino.

El sistema general de este micronegocio está conformado por el proceso de producción y el proceso de atención a clientes, este último se ha visto afectado en temporadas de alta demanda (periodos vacacionales) debido a que el capital humano empleado no alcanza a cubrir las necesidades de los clientes, ocasionando; líneas de espera, inconformidades e incluso que el cliente se retire y no vuelva en otra ocasión, traduciendo todo esto en mala reputación y pérdidas económicas para el micronegocio.

Es importante mencionar que el tiempo promedio de espera y el tiempo promedio para atender la orden de un cliente es de 11 minutos, de acuerdo con antecedentes obtenidos por parte del operario, en temporada alta el 95% de los clientes espera hasta 20 minutos en fila para solicitar su orden, no siendo así con el resto de los clientes.

## 2.2 Metodología

La construcción del modelo implica tres grandes fases, el diseño del modelo, la construcción del modelo y la experimentación. Véase en la figura 1.

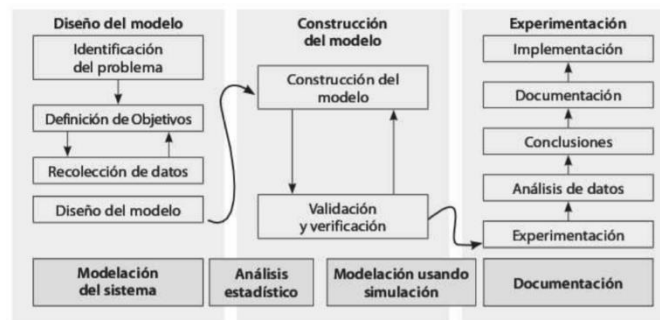


Figura 1: Metodología para la optimización del proceso  
Tomado de Eduardo García Dunas et. al. 2013

### Fase 1: Diseño del modelo.

#### Identificación del problema:

En este primer paso se analizan las variables involucradas en el problema y que forman parte sustancial para el desarrollo del modelo de simulación. Se determinan los elementos presentes en la simulación, tales como: entidad, recurso, atributo, variables, eventos y estados del sistema.

#### Definición de Objetivos:

En este segundo paso se define el alcance del sistema y se establecen los supuestos o hipótesis del modelo. ¿La contratación de un segundo recurso reduce en un 50% el tiempo de espera en fila de las entidades?, ¿La contratación de un segundo recurso no logra reducir en un 50% el tiempo de espera en fila de las entidades?

### **Recolección de la información:**

Se aplicó investigación de campo con el objetivo de estudiar el comportamiento de 384 entidades, haciendo uso del cronometro vuelta a cero para tomar los tiempos de arribo de las entidades y el tiempo promedio de atención de la orden, se utilizaron bitácoras para el registro del tiempo (min) y el orden de los clientes dentro del proceso.

Para la definición del tamaño de la muestra de las variables se empleó una ecuación estadística que permitió determinar una proporción (muestra) de la población a evaluar, véase ecuación. 1.

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2} \quad \text{Ecuación 2: Muestras infinitas, Ronald E. W, (2012)}$$

Una vez que se conoce el número de observaciones, se analizan las entidades del sistema, a las que se aplica un muestreo no convencional, para la obtención de datos.

Estos datos se someten a pruebas de bondad de ajuste que permitan verificar que la población de la cual proviene la muestra Ronald E. W (2012) tenga una distribución estadística, para esto se utilizó el software *input analyzer* complemento del software Arena, Rockwell Automation, I. (2021) para valorar los datos.

### **Diseño del modelo:**

Se realizó la conceptualización del sistema real mediante un diagrama de flujo, para identificar la lógica del proceso de atención a clientes de la crepería y sobre esto iniciar la construcción del modelo en el software Arena, Rockwell Automation, I. (2021).

## **Fase 2: Construcción del modelo**

### **Construcción del modelo de simulación y definición de escenarios:**

En base al sistema real y las variables involucradas, se diseñó un modelo de simulación en el software Arena con el fin de analizar de manera exhaustiva dos escenarios.

El escenario 1, describe el sistema real, considerando que un recurso (empleado) atiende el sistema general conformado por el proceso de producción y el proceso de atención a clientes, sin importar la cantidad de clientes que lleguen en periodos de alta demanda. En la propuesta del escenario 2 se plantea asignar un segundo recurso (empleado eventual) para atender los periodos de alta demanda con el objetivo de minimizar el tiempo que esperan los clientes en este periodo que son alrededor de 20 minutos en fila de espera para

ser atendidos, con la asignación del segundo empleado se busca reducir en un 50% el tiempo de espera en fila.

**Verificación y validación:**

Una vez que el modelo de simulación es construido en el software Arena, Rockwell Automation, I. (2021), se verifica que realmente tenga la lógica del sistema real, se comprueba que los módulos tengan la secuencia idónea y que estén programados de acuerdo con los datos estadísticos obtenidos en cada proceso, este modelo fue validado por personal administrativo del micronegocio.

**Fase 3: Experimentación**

**Experimentación y análisis de datos:**

Se evaluaron dos escenarios; el actual y el propuesto, el escenario actual atiende 1,625 clientes en un periodo de 32 días (5 horas por día), véase figura 2. El escenario propuesto contempla un cajero y un cocinero donde ambos atienden a 1729 clientes véase figura. 3, como se observa al asignar un segundo recurso al sistema, los clientes atendidos aumentan en un 6% lo que equivale a \$5,200 MX.

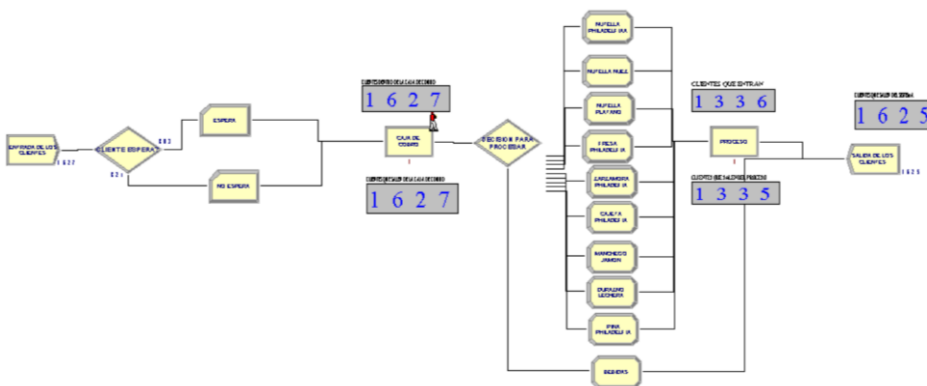


Figura 2: Modelo de simulación actual (Escenario 1).

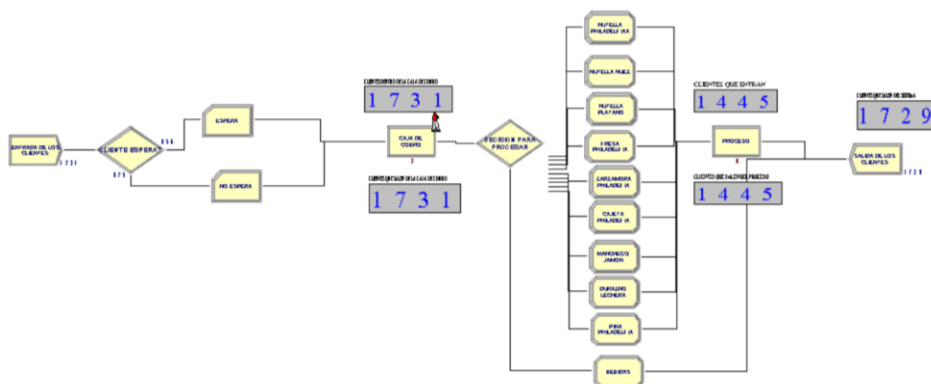


Figura 3: Modelo de simulación propuesto (Escenario 2).

### Conclusiones:

Finalmente se comprobó que se alcanzó y superó la meta esperada de reducir en un 50% el tiempo de espera en fila. En el escenario 1 el tiempo de espera es de 15.744 minutos y en un segundo escenario fue de 5.18 minutos.

### Documentación:

Se realizó un informe técnico del modelo desarrollado, detallando la construcción y programación del modelo de simulación, para que en un futuro puedan evaluar otro escenario que contribuya a la mejora continua de la crepería.

### 3. Resultados y discusión

En la primera fase diseño del modelo, se identifican los elementos presentes en el sistema y mediante la recolección de información se obtienen las variables, tales como; tiempos entre llegadas, tiempo de espera, tiempo en tomar la orden y tiempo de preparación de la crepa. Derivado de lo anterior, en la segunda fase se construyó el modelo de simulación y se programaron los módulos de acuerdo a la información obtenida del ajuste de los datos de las variables (distribuciones), tiempo entre llegadas de clientes (D. Exponencial), tiempo para tomar la orden (D. Weibull) y tiempo de preparación (D. Normal).

En la tercera fase se realiza la experimentación del modelo evaluando dos escenarios; el actual y el propuesto, el escenario actual atiende 1,625 clientes en un periodo de 32 días (5 horas por día), véase figura 2. El escenario propuesto contempla un cajero y un cocinero donde ambos atienden a 1729 clientes véase figura 3, como se observa al asignar un



segundo recurso al sistema los clientes atendidos aumenta en un 6% lo que equivale a \$5,200 MX. En el escenario 1 el tiempo de espera es de 15.744 minutos y en un segundo escenario fue de 5.18 minutos.

#### **4. Conclusiones**

En esta investigación se puede concluir que la simulación es una herramienta que permite evaluar escenarios actuales y propuestos con el objetivo de tomar decisiones que beneficien a las organizaciones, sin emplear costos que mermen su crecimiento sustancial, en este trabajo de investigación se concluye que con el escenario propuesto se tiene una reducción del 67% en los tiempos de espera, aceptando la hipótesis nula de esta investigación.

## Referencias bibliográficas

Arellano Díaz, H. O. (2017). La calidad de servicio como ventaja competitiva.

Chud, V. L., Díaz, I. M. B., & Rodríguez, A. M. P. (2020). Simulación de mejoras en el sistema productivo de una curtiembre basada en el mapeo de su cadena de valor. *Scientia et Technica*, 25(3), 394-403.

Dunna, E. G., Reyes, H. G., & Barrón, L. E. C. (2006). Simulación y análisis de sistemas con ProModel. Pearson Educación.

Edith, M.D., Caridad, G. S., Rosario, G. R & Caridad, H. A. (2018). Integración de la simulación, la regresión y la optimización multiobjetivo para determinar los recursos en un banco, 39 (1), 140-150.

Garriz, C. y Domingo, R. (2017). Simulación, mediante eventos discretos, de procesos industriales en entornos productivos. *Procedia Manufacturing* , 13 , 1074-1081.

Institucional, A. (2018). Título Del Trabajo: Evaluación Del Proceso De Atención De Servicio Al Cliente Aplicado A Un Banco. *Revista Digital Universitaria*, 3.

M, P. C., E, B, V., & J, G. C. (2019). Optimización de servicio mediante simulación de eventos discretos, 7 (1).

Navarro Mancilla, C. S., & Paz Cisneros, I. R. (2017). Optimización en la capacidad de producción de un horno de curvado continuo, para aumentar la productividad en la empresa agp Perú SAC.

Omogbai, O. y Salonitis, K. (2016). Diseño de mejora ajustada del sistema de fabricación mediante simulación de eventos discretos. *Procedia CIRP* , 57 , 195-200.

Orozco-Crespo, E., Sablón-Cossio, N., Hermoso, D., & Rodríguez-Sánchez, Y. (2019). Optimización de recursos mediante la simulación de eventos discretos. *Revista Tecnología en Marcha*, 32(2), 146-164.

Peña Ariza, L. V., & Felizzola Jimenez, H. A. (2020). Optimización de la capacidad de producción en una empresa de alimentos usando simulación de eventos discretos. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 28(2), 277-292.

Pernía, Y., Ramírez, V., & Márquez, R. (2011). Un modelo de simulación del proceso de producción de la Línea DTC-2000 de Alimentos Pepsico. *Ciencia e Ingeniería*, 32(2), 9-19.

Regaliza, J. C. P., Gual, J. C., & Val, P. A. (2016). Simulación como herramienta de ayuda para la toma de decisiones empresariales. Un caso práctico. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 21, 188-204.

Sachidananda, M., Erkoyuncu, J., Steenstra, D., & Michalska, S. (2016). Discrete event simulation modelling for dynamic decision making in biopharmaceutical manufacturing. *Procedia CIRP*, 49, 39-44.

Sánchez, P. A., Ceballos, F., & Sánchez Torres, G. (2015). Análisis del proceso productivo de una empresa de confecciones: modelación y simulación. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 25(2), 137-150.

Rockwell Automation, I. (2021). Obtenido de <https://www.rockwellautomation.com/en-us/products/software/arena-simulation.html>

Ronald E., W., Raymont H., M., Sharon L., M., & Keying, Y. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. (Novena Edición ed.). México: Pearson.