

**MODELADO DE SIMULACIÓN DISCRETA PARA LA
OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ATENCIÓN AL CLIENTE,
CASO DE ESTUDIO: UNIVERSIDAD PRIVADA**

**DISCRETE SIMULATION MODELLING FOR OPTIMISING THE
CUSTOMER SERVICE PROCESS, CASE STUDY: PRIVATE
UNIVERSITY**

García Parada Ricardo

TecNM/Instituto Tecnológico de Chihuahua II
<https://orcid.org/0000-0002-6266-3016>
riky_vetch@hotmail.com

Flores Zamorano Damaris Nathanael

TecNM/Instituto Tecnológico de La Paz
<https://orcid.org/0009-0008-6223-0027>
damaris.fz@lapaz.tecnm.mx

Cota Ramírez Anabell

TecNM/Instituto Tecnológico de Los Mochis
<https://orcid.org/0009-0004-3973-4746>
damaris.fz@lapaz.tecnm.mx

Marrón Ramos Domingo Noe

TecNM/Instituto Tecnológico de Pachuca
<https://orcid.org/0000-0003-1964-6592>
dmarron22@hotmail.com

Ramírez-Castillejo Griselda

TecNM/Instituto Tecnológico de Tláhuc
<https://orcid.org/0009-0006-5589-463X>
griselda.ramirez@tlahuac.tecnm.mx

DOI: <https://doi.org/10.61273/neyart.v1i2.104>

| Recibido: 03/04/2025 | Aceptado: 25/05/2025 | Publicado: 17/07/2025

Esta obra está bajo
una licencia internacional
Creative Commons Atribución 4.0.



Resumen: El propósito de la investigación fue desarrollar y validar un modelo de simulación de eventos discretos para evaluar los procesos de atención en servicios administrativos universitarios. El objetivo fue caracterizar los patrones de demanda estudiantil a lo largo del ciclo académico, diseñar un modelo genérico y representativo de los flujos de trabajo institucionales, y evaluar su eficacia al medirlo en contra de los datos operacionales actuales para reducir los tiempos de espera y mejorar la distribución de recursos humanos. Se inscribió un paradigma pragmático con enfoque descriptivo-explicativo y componente propositivo. Para las observaciones se emplearon durante 10 días, distribuidos equitativamente en períodos de alta y baja demanda y se utilizó un muestreo estratificado. El modelo de simulación se creó con la ayuda del software ProModel®. De acuerdo con el modelo, la productividad del sistema obtuvo un 29.66%. Los resultados anteriores demuestran áreas de oportunidad de operación en el proceso de proyecto. La relevancia del estudio, en síntesis, radica en el hecho de responder a las restricciones presupuestales, propias del sistema educativo nacional, al ser usada como herramienta predictiva para la mejora de la calidad de servicio.

Palabras clave: Administración universitaria, investigación operacional, servicio estudiantil, simulación por computadora, optimización de procesos.

Abstract: The purpose of the research was to develop and validate a discrete event simulation model to evaluate service processes in university administrative services. The objective was to characterise student demand patterns throughout the academic cycle, design a generic model representative of institutional workflows, and evaluate its effectiveness by measuring it against current operational data to reduce waiting times and improve human resource distribution. A pragmatic paradigm with a descriptive-explanatory approach and a proactive component was adopted. Observations were made over a period of 10 days, distributed evenly across periods of high and low demand, using stratified sampling. The simulation model was created with the help of ProModel® software. According to the model, the system's productivity was 29.66%. The above results demonstrate areas of opportunity for improvement in the project process. In summary, the relevance of the study lies in the fact that it responds to the budgetary constraints inherent in the national education system when used as a predictive tool for improving service quality.

Keywords: University administration, operational research, student services, computer simulation, process optimisation.

INTRODUCCIÓN

En la última década, la simulación de procesos ha progresado en los entornos educativos y se ha convertido en un requisito previo para mejorar los servicios universitarios. Leskovar (2011) realizaron una investigación integral acerca de la adopción de los modelos de simulación discreta por parte de las universidades europeas. Los autores evidenciaron que después de que las instituciones implementaron los sistemas de simulación en cuestión, los tiempos de espera en los centros de servicios disminuyeron en un 47%, lo que dio como resultado una experiencia más placentera y cómoda para los estudiantes. Además, resaltaron que la naturaleza cíclica de la demanda en los entornos universitarios hace que la función planificación de recursos humanos y la distribución de espacios de atención sean especialmente valiosas. Macal y North (2009) investigaron la simulación basada en agentes para modelar los procesos de inscripción y exámenes finales en las universidades australianas durante los periodos de demanda pico. Demostraron que la simulación les permitía a las universidades no solo identificar cuellos de botella operacionales, sino también predecir patrones de demanda y/o adaptar sistemas en consecuencia. Los autores concluyeron que la simulación predictiva era tres veces más efectiva en términos de costo que los métodos tradicionales de reingeniería de procesos en un entorno de alto cambio demanda.

En lo que respecta al contexto mexicano, la simulación de procesos de atención universitaria ha ido ganando importancia en los últimos tiempos. Por ejemplo, Villareal (2007) implementaron un modelo de simulación para mejorar los servicios de control escolar en la Universidad Autónoma de Nuevo León, lo que les permitió hacer uso del método de Monte Carlo para hacer suposiciones sobre los niveles de afluencia de estudiantes en la universidad en tiempos críticos. Como resultado, los autores permitieron la redistribución de personal administrativo para reducir los tiempos de atención en un 32% durante los periodos de encole, sin necesidad de contratación adicional. Sin embargo, Villareal (2007) describieron hasta qué punto la adaptación de los modelos internacionales en el contexto del sistema educativo mexicano requirió ajustes relacionados con las prácticas culturales y la expectativa de servicio. Además, Por su parte Quispe et al. (2025), en su estudio trabajaron la optimización del sistema de atención al cliente en la recepción de la tienda de servicio, para lo que utilizaron un grupo de instrumentos de simulación, en particular, el programa especializado ProModel, así como el análisis estadístico, que se realiza mediante la herramienta integrada en Promodel – StatFit. Los hallazgos derivados de la experimentación y la simulación indican que, al incrementar el número de servidores, los periodos de espera y atención experimentan una reducción significativa.

El objetivo general es desarrollar y validar un modelo de simulación para reducir tiempos de espera, flujo distribución de recursos humanos y trabajadores, así como la atención del usuario.

Los objetivos específicos de esta investigación son los siguientes:

- Caracterizar los patrones de demanda por servicios administrativos universitarios a lo largo del ciclo académico, identificar los periodos críticos y variabilidad en la respuesta;
- Desarrollar un modelo que pueda “representar la estructura de los flujos de trabajo, la inducción de los departamentos “y” puntos de atención “y” la afluencia de usuarios.

Aunque la simulación de los procesos de atención en un entorno universitario no proporcionará una cantidad significativa de oportunidades para mejorar la calidad del servicio a los estudiantes sin sacrificar la viabilidad financiera de la institución. Por otro lado, las universidades mexicanas siguen sometidas a mayores restricciones presupuestarias y, al mismo tiempo, se les pide que mantengan niveles más altos de calidad en la prestación de servicios gubernamentales, lo que crea una tensión operativa simple que requiera suministros innovadores y eficientes soluciones. Los entornos de atención universitaria pueden ser simulados para prever su desempeño; por lo tanto, se pueden prever múltiples resultados de transición sin los precios en tiempo y riesgo relacionados con las ediciones de vida real. La capacidad proyectiva de una simulación, por otra parte, es una herramienta agradable en el contexto de la educación mexicana. Las fechas estacionales extremadamente altas de utilización, incluidos los registros y el cierre del tiempo del lapso, a menudo desencadenan problemas de programación logística que no son beneficiosos para la vivencia del cliente final. También, el proceder para dirigir técnica también se ajustará. Eso debería llevar a la optimización de las influencias de calidad en indicadores medidos por autoridades nacionales e internacionales, lo que potencialmente reforzará su lugar para luchar por una posición en la feria. Esto, a su vez, debería traducirse en reducciones de tiempos de espera y una mejor distribución del trabajo del personal, una infraestructura utilizada de mayor eficacia y satisfacción del usuario de los servicios universitarios.

Sin embargo, también hay varios inconvenientes para esta simulación, lo que puede resultar en una interpretación débil de los resultados, a pesar de sus muchos beneficios potenciales. En primer lugar, la simulación del comportamiento humano es dinámica por naturaleza, con una amplia gama de problemas difíciles de parametrizar. Las preferencias de los individuos respecto al tiempo de atención a los estudiantes y los tiempos de procesamientos basados en la gravedad, así como la subjetividad en la interacción estudiante-administrador a través de la oficina de registro, son solo ejemplos de muchas

fuentes de incertidumbre. En segundo lugar, muchos sistemas universitarios mexicanos carecen de buenos datos históricos. Los tiempos de espera, las tasas de abandono o los patrones de llegada descritos anteriormente se miden raramente o no se miden, lo que limita la precisión con la que los parámetros de distribución de probabilidad pueden ser estimados. También pueden ser dependientes del tiempo: mejoras o cambios en el entorno administrativo de la universidad pueden hacer que las simulaciones rápidamente se vuelvan obsoletas. Junto con las preocupaciones generales de capital humano que mencionamos anteriormente, podría hacer que tal sistema fuera inasequible a largo plazo. Finalmente, los modelos del tipo presentado aquí implican algunas propuestas política o socialmente contenciosas. Aunque no proporcionamos las estimaciones necesarias aquí, una simulación “en vivo” predijera con la colaboración de departamentos, administración etc. – en otras palabras, uno que sugiera qué oficina de administración debería tener a qué personal y cuánto deberían trabajar basado en un modelo de este tipo – puede enfrentar resistencia administrativa significativa.

Fundamentos de la simulación de procesos

La simulación de procesos es una tecnología sistemática de representación de la conducta de los sistemas complejos mediante modelos de cómputo, que posibilita el estudio del rendimiento de un sistema en circunstancias diversas. Según Kelton y Zupick (2022), la evolución de la simulación moderna a lo largo de los años ha sido impactante: desde la implementación de simples modelos deterministas, ha evolucionado para aplicar simulaciones estocásticas más avanzadas en las que la variedad es incorporada en el sistema subrepticiamente. Además, para lo que es fundamentalmente un entorno de servicios como las universidades, los simuladores de eventos discretos son el simulador. La estructura secuencial del comportamiento interactivo de los usuarios y proveedores de servicios puede ser modelada utilizando DES. Estos métodos han sido particularmente valiosos cuando se aplican a instituciones educativas para la gestión de procesos administrativos. Al-Therwah et al. (2025), señalan que la demanda para servicios universitarios es cíclica pero irregular. Esto la convierte en una candidata idónea para la modelización y simulación, facilitando a las instituciones universitarias la planificación de sus recursos para responder a los periodos de pico de demanda sin la necesidad de una capacidad fija instalada y subutilizada. Para las instituciones que deben operar con bajo presupuesto, su uso es crucial.

Tipologías de simulación aplicadas a servicios universitarios

Las simulaciones aplicadas a los procesos de atención universitaria pueden ser clasificadas, entre otros, de acuerdo con las siguientes taxonomías. Según Congacha y García (2017), puede hacerse con

herramientas disponibles integradas en las Bases de Datos de Procesamiento de Negocios. La modelización persigue el objetivo de diseñar y representar un flujo de proceso, que permite comprender y examinar todas las fases del proceso para sugerir sus mejoras iterativas; la simulación se utiliza para evaluar el rendimiento del modelo sin implementar en múltiples configuraciones y extensos periodos de tiempo, ya que reduce la probabilidad de cumplimiento insuficiente. Touhami et al. (2019) proponen una tipología de simulación basada en el horizonte temporal del proceso de simulación. En particular, se distinguen entre los siguientes niveles: operativo, táctico y estratégico. Como sostienen varios autores, en las organizaciones de educación superior las simulaciones pueden ser las mejores si se las aplica al implementar los tres niveles al mismo tiempo. La idea base es idear un ecosistema de simulaciones con niveles de lógicas de tomas de decisiones en diferentes horizontes temporales.

Metodologías para el desarrollo de modelos de simulación en entornos universitarios

Las metodologías estructuradas que aseguran la validez y la aplicabilidad son críticas para el desarrollo de simulaciones efectivas de estas pautas universitarias. Law (2020) define siete métodos en una etapa que se ha utilizado con éxito en el entorno de la educación: formulación del problema, recolección de datos y construcción de un modelo conceptual, validación del modelo conceptual, programación de computadora, verificación de código, diseño de experimentos, análisis de datos y finalmente documentación, e implementación. Además, según Law (2020) señala que “la validación continua a lo largo del proceso de ciclo de desarrollo, que incluye a expertos en el tema y usuarios finales, es el factor determinante más crítico para el éxito de los modelos de simulación en la práctica”. En particular, en el contexto de los servicios universitarios, la metodología ha sido refinada por Howard (2011). Se centraron en el problema de los servicios universitarios y mejoraron la aproximación general con elementos específicos de un entorno educativo. En particular, subrayan la necesidad de identificar los puntos críticos del calendario académico y su impacto en los procesos de demanda. También, la importancia de factores contextuales como las preferencias de los estudiantes y las restricciones regulativas en los programas universitarios. Además, los resultados del estudio longitudinal llevado a cabo en varias universidades demostraron que los modelos de simulación general mejorados con esta metodología pueden producir el poder predictivo con un 85% de precisión o superior, en comparación con 60 o 70% para los modelos generales.

Integración de factores humanos en la simulación de servicios

Uno de los aspectos críticos del performance es un tema de incorporar factores humanos en el comportamiento del sistema de una manera precisa. Referente a esto, Alvarado et al. (2016) proponen un marco conceptual para incluir variables psicológicas y de comportamiento en los modelos de simulación. los usuarios sólo están insatisfechos por retrasos, por ejemplo, después de interactuar con un proveedor que experimentan no ha sido justo y respetuoso y la calidad de la prestación de servicios no fue mejor de lo esperado. Complementariamente, Rojo et al. (2020) destacan que la simulación clínica constituye un instrumento valioso para fomentar estrategias de innovación en la entidad sanitaria, favoreciendo la adaptabilidad al cambio de profesionales y pacientes.

Aplicaciones prácticas y casos de éxito

Hasta la fecha, varios casos de éxito documentados de implementación práctica de modelos de simulación en universidades han sido generados. En el estudio de simulación de eventos discretos realizado por Pérez (2018) en cuanto al mencionado modelo, en el proceso de atención al usuario de la confitería, proporciona la siguiente información. La alternativa 3, según los indicadores, generó más del 60% de ingresos en comparación con el sistema real, lo que permitió que se convirtiera en la más efectiva para el servicio en la confitería. Heredia et al. (2020) presentan un modelo que les permitió proponer una serie de mejoras en los procesos de la pequeña y mediana empresa analizada. En este sentido, el modelo también logró que los tiempos de espera para la comercialización de bebidas, pizzas y demás reduzcan sus tiempos de espera. En su estudio, Pulido et al. (2021) destacan cómo la simulación del servicio de atención al cliente en una papelería contribuyó a la mejora de los niveles de utilidad, obteniendo una mejora en un sistema punto de impresión que minimiza la sobrecarga del tiempo de servicio al cliente.

DESARROLLO

Paradigma de investigación

Como se puede ver, esta investigación estuvo fundada sobre el paradigma pragmático que permite unir los métodos cuantitativos y cualitativos para investigar los problemas complejos desde una perspectiva orientada en los resultados esperados. Morgan (2020) establece que dicho paradigma es especialmente congruente con los estudios de simulaciones en los entornos organizacionales, ya que de esta manera los investigadores podrán descubrir y explicar los fenómenos dinámicos enfatizando los resultados obtenidos y las interpretaciones contextuales. Es importante de entender que el fenómeno de los procesos de la atención universitarios no puede ser descrito por un solo enfoque positivista e interpretativa, sino que requiere la aproximación multifacética.

Nivel de investigación

El marco metodológico empleado se inscribe en un nivel de investigación descriptivo-explicativo con componentes propositivos. Como lo definen Obach et al. (2020) este nivel no solo permite describir al fenómeno estudiado en sus diferentes dimensiones, sino también conjeturar relaciones causales entre variables y proponer soluciones basadas en evidencia empírica. Por otro lado, Torres (2019) argumenta que cualquier investigación basada en simulación está obligada a exceder el alcance meramente descriptivo, dado que desde su base la validez de los modelos depende de su poder explicativo sobre las relaciones causales observadas en el sistema real.

Diseño del estudio

Secuencialmente, este estudio se diseñó bajo un enfoque de investigación mixto de tres etapas: exploratorio-cualitativo, cuantitativo-analítico y experimental. Esta disposición permitió que todos los datos de múltiples fuentes se integraran en un modelo de simulación que fue afinado. En particular, la etapa exploratoria-cualitativa se basó en observaciones directas y entrevistas no estructuradas con miembros de la administración y estudiantes sobre el proceso de asistencia. Esa información era necesaria para tener una visión completa de todas las posibles caras. La fase cuantitativa-analítica también se basó en la recopilación de datos históricos sobre el tiempo de llegada y de servicio junto con el patrón de demanda. La etapa experimental, a su vez, se dedicó al desarrollo, la validación y la simulación del modelo. Por ende, estos tres se complementaron perfectamente para que cada fase desarrollara y mejorara la siguiente. Como resultado, el modelo de simulación completo incluyó simultáneamente todas las variables y factores cuantitativos tales como el tiempo, las frecuencias y la distribución, los datos cualitativos en las percepciones y preferencias de los pacientes y los colaboradores.

Muestreo y participantes

El muestreo para las entrevistas y cuestionarios fue estratificado, y el muestreo para las observaciones directas fue sistemático. Las cifras de los participantes fueron las siguientes: 15 funcionarios administrativos de varias áreas de atención estudiantil; 250 estudiantes proporcionalmente distribuidos a través de la facultad y el año académico; 8 ejecutivos universitarios con la responsabilidad de la gestión de los servicios estudiantiles. Para las observaciones directas, se eligieron cinco puntos de atención críticos identificados en la fase exploratoria; se realizaron mediciones a lo largo de 20 días distribuidos uniformemente por periodos de alta, media y baja demanda según el calendario académico.

Procedimiento de simulación

El desarrollo del modelo de simulación siguió la metodología propuesta por Banks et al. (2017) que establece un proceso estructurado en nueve pasos:

1. formulación del problema,
2. establecimiento de objetivos y plan del proyecto,
3. recolección de datos,
4. traducción del modelo,
5. verificación,
6. validación,
7. experimentación,
8. interpretación,
9. documentación,

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para efectuar la evaluación de los datos, se realizó el modelo de simulación, para ello, se empleó el programa ProModel. Cerinza (2021) cita que, este programa es uno de los simuladores más usados en el mercado, ya que permiten modelar los sistemas con más claridad y facilidad.

La figura 1 representa el modelo del proceso analizado.

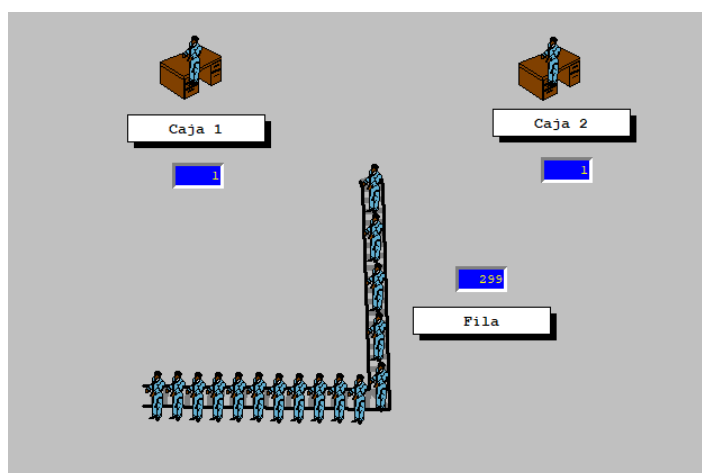


Figura 1. Modelo empleado.

Los cálculos preliminares fueron los siguientes:

Tabla 1. Resultados del modelo de simulación.

Variable	Total
Llegadas fallidas	0
Llegadas en el sistema	249

Llegadas buena	105
Total de llegadas	354

Como siguiente paso se realizó el cálculo de la productividad, con la siguiente fórmula:

$$Productividad = \frac{\text{Llegadas buenas}}{\text{Llegadas buenas} + \text{Llegadas en el sistema} + \text{Llegadas fallidas}} * 100\%$$

Sustituyendo los datos, el resultado fue el siguiente:

$$Productividad = \frac{105}{105 + 249 + 0} * 100\% = 29.66\%$$

Dado los resultados obtenidos, se justifica el presente proyecto, dado que en las observaciones realizadas se percató que el tiempo de atención no era el positivo.

CONCLUSIONES

En resumen, los resultados obtenidos en esta investigación apoyan la viabilidad y eficacia de la simulación de procesos para optimizar los servicios de atención universitaria. En concreto, el modelo desarrollado con ProModel aportó una productividad del 29.66%, denotando múltiples instancias de potencial de mejora en el sistema existente. Estas conclusiones se pueden organizar del siguiente modo: validación metodológica de simulación de eventos discretos, detección de ineficiencias en el proceso, factibilidad de implementación y mejora posible. Con respecto a la validación metodológica, el estudio trató sobre cómo la simulación de eventos discretos podría reducir la complejidad del proceso universitario y adquirir variables cuantitativas y cualitativas. La debilidad fue que las 249 llegadas que mantuvimos en el sistema superaban a los 105 llegadas controlados. En cuanto a la viabilidad de la aplicación, el enfoque pragmático utilizado nos permitió unir aplicaciones cuantitativas y cualitativas, hacia un modelo fuerte y viable para las decisiones de la alta gerencia universitaria. Finalmente, como observado en la Sección resultados de los resultados, existe un potencial de mejora considerable de los resultados, con reducción factible de los tiempos de espera, concomitantemente con la mayor satisfacción estudiantil.

Los resultados de esta investigación son coherentes con el fondo internacional de una disminución significativa en el tiempo de espera a través de modelos de simulación; sin embargo, el contexto mexicano en el que se han obtenido estos resultados tiene particularidades que deben considerarse. La productividad del 29.66% obtenida en la sección de presentación refleja problemas sistémicos más allá de simples ajustes operativos, contrasta con las evidencias de Leskovar (2011), quienes informaron reducciones del 47% en

Europa; la diferencia se debe a factores contextuales propios del legado del sistema educativo mexicano: restricciones presupuestales, variabilidad cultural en el punto de espera y escasez infraestructura tecnológica, por mencionar algunos. El modelo desarrollado confirmó lo experimentado por Villareal (2007) sobre la necesidad de una adaptación local; en este caso, los patrones de comportamiento de los estudiantes, la preferencia de horarios y las dinámicas de administración requerían parámetros específicos que no se pudieron extrapolar directamente de los modelos de referencia. La inclusión de factores humanos fue crucial para el modelo, cuantificando satisfactoriamente los elementos cualitativos capturados a través de entrevistas que me revelaron partes del comportamiento estudiantil y de administración que no podían justificarse a través de “números y tablas”, lo que sugiere que los hallazgos de Alvarado et al. (2016) sobre la importancia de las variables psicológicas reforzaron la solidez del modelo. Los desafíos que se observaron durante la implementación incluyen la falta de acceso a datos confiables, el acatamiento de directivos a este proceso y la necesidad de actualizar este diseño durante el tiempo. Si bien esto se alinea con la literatura, se requieren estrategias específicas para la implementación de este diseño en una universidad.

TRABAJO A FUTURO

Una implicación inmediata de los resultados del estudio para la investigación futura es La línea de prioridad en la investigación es incorporar algoritmos de inteligencia artificial para mejorar la capacidad predictiva del modelo de simulación. Para un modelo perfectamente ajustado, sería necesario desarrollar un sistema de aprendizaje automático que pudiera cambiar dinámicamente los parámetros del modelo en función de los patrones emergentes en la dinámica del comportamiento estudiantil y las fluctuaciones estacionales. En otras palabras, un modelo “adecuado nivel” sería “auto-ajutable” en el sentido de que conservaría su precisión de predicción sin la necesidad de calibraciones manuales repetidas y abordaría de inmediato la deficiencia más significativa identificada durante el estudio.

La segunda línea de investigación que debería ser seguida concierne al desarrollo de herramientas de simulación multiobjetivo que permitirían optimizar múltiples métricas de desempeño simultáneamente. Aunque en este estudio se analizaban el tiempo de espera del estudiante y la productividad del sistema, futuras investigaciones deberían incorporar otros objetivos, entre los cuales se puede mencionar la satisfacción estudiantil, coste operativo, impacto ecológico y la equidad de acceso a los servicios. Reducir la variabilidad y correlación más allá de los objetivos anteriormente mencionados podría no ser posible

sin algoritmos multiobjetivo, como NSGA-II o MOEA/D, lo que permitiría a los administradores de la universidad abordar estratégicamente asuntos con abordaje holístico.

REFERENCIAS

- Alvarado-Valencia J.A., Tueti Silva G.C., y Montoya-Torres J.R. (2016). Modeling and simulation of customer dissatisfaction in waiting lines and its effects. *SIMULATION*, 93(2), 91-101. doi:10.1177/0037549716678477
- Al-Therwah, R. M., Heshmat, M., El-Sharief, M., y Hassab-Allah, I. M. (2025). Simulation modeling of student enrolment to solve operations problems: A case of the Saad Al-Abdullah Academy in Kuwait. *Alexandria Engineering Journal*, (119), 413-424.
- Banks, J., Carson, J. S., Nelson, B. L., & Nicol, D. M. (2017). *Discrete-event system simulation* (5th ed.). Pearson.
- Congacha Aushay, A.E. y García, V.J. (2017). Modelación, simulación y automatización de procesos en la gestión de servicios académicos universitarios. *3C Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 6(2), 32-51. <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2017.v6n2e22.32-51>.
- Cerinza, B. A. (2021). *Análisis de sistemas de producción mediante el uso de herramientas digitales orientadas a la simulación de procesos productivos que integren modelado, análisis y visualización* [Trabajo de Grado Pregrado, Universidad de Pamplona]. Repositorio Hulgado Universidad de Pamplona. <http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/5310>
- Heredía - Acevedo, D., Ceballos, Y. F., y Sánchez-Torres, G. (2020). Modelo de simulación de eventos discretos para el análisis y mejora del proceso de atención al cliente. *Investigación e Innovación en Ingenierías*, 8(2), 44-61. <https://doi.org/10.17081/invinno.8.2.3639>
- Howard, V. M., Englert, N., Kameg, K., y Perozzi, K. (2011). Integration of simulation across the undergraduate curriculum: Student and faculty perspectives. *Clinical Simulation in Nursing*, 7(1), e1-e10.
- Kelton, W. D., & Zupick, N. B. (2022). *Simulation with Arena: Discrete-event modeling and analysis for service organizations* (7th ed.). McGraw-Hill Education.
- Leskovar, R., Baggia, A., Lazarevic, Z., Vukovic, G., y Pozun, P. (2011). Discrete event simulation of administrative and medical processes. *Zdravniski Vestnik*, 80(5), 345-353.

- Law, A. M. (2020). *Simulation modeling and analysis for educational systems* (5th ed.). McGraw-Hill Higher Education.
- Macal, C. M., and North, M. J. (2009). *Agent-based modeling and simulation. Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference (WSC)*, Austin, TX, USA, 86-98, doi: 10.1109/WSC.2009.5429318.
- Morgan, D. L. (2020). *Pragmatism as a paradigm for mixed methods research*. In P. Leavy (Ed.), *The Oxford handbook of qualitative research* (2nd ed). Oxford University Press.
- Obach, A., Hasen, F., Cabieses, B., D'Angelo, C., y Santander, S. (2020). Conocimiento, acceso y uso del sistema de salud en adolescentes migrantes en Chile: resultados de un estudio exploratorio. *Revista panamericana de salud publica - Pan American journal of public health*, (44), e175. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.175>
- Pérez Junco, E. Y. (2018). *Simulación de un modelo de atención al usuario en confiterías* (Trabajo de grado, Universidad de La Sabana). Repositorio Institucional de la Universidad de La Sabana.
- Pulido-Lara, E., Lara-Hernández, O., Sánchez-Grijalva1, U.R., y Mezano-López, J. M. (2021). Optimización del servicio al cliente mediante simulación Arena: Caso de estudio de una Papelería. *Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social*, 7(1), 235-276. <https://itsta.edu.mx/wp-content/uploads/2022/02/22-2021.pdf>
- Quispe Bravo, V. H., Vargas Gómez , L. G., Zegarra Arce , S. J., Apaza Coro, O. F., y Reynaga Marín, M. D. (2025). Optimización de la Atención al Cliente en la Recepción del Supermercado Alsuper - Mega Mall Enfoque Basado en Simulación de Promodel. *Revista Veritas De Difusão Científica*, 5(3), 2315–2332. <https://doi.org/10.61616/rvdc.v5i3.346>
- Rojo, E., Torres, B., de la Fuente, A., Oruña, C., Villoria, F., Del Moral, I., y Maestre, J. M. (2020). La simulación como herramienta para facilitar el cambio en las organizaciones sanitarias. *Journal of healthcare quality research*, 35(3), 183-190.
- Torres Fragoso, J. (2019). Aplicación del proceso administrativo en la Administración Pública Federal de México. *Encrucijada Revista Electrónica Del Centro De Estudios En Administración Pública*, (33), 18–39. <https://doi.org/10.22201/fcpys.20071949e.2019.33.70130>
- Touhami, K. O., Assoul, S. A. L. I. H. A., y Souissi, N. I. S. S. R. I. N. E. (2019). Discrete event simulation as an innovative approach to support education and awareness strategies in road safety and prevention. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 97(12).

Villarreal, M. G. (2007). *Modelación y Optimización Aplicada a la simulación de procesos y sistemas de Manufactura* (Trabajo de grado, Universidad Autónoma de Nuevo León). Repositorio de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

TABLA TRABAJO COLABORATIVO

Rol	Autor (es)
Conceptualización	García Parada Ricardo
Metodología	Flores Zamorano Damaris Nathanael, Ramírez-Castillejo Griselda
Validación	Cota Ramírez Anabell, Marrón Ramos Domingo Noe
Software	García Parada Ricardo
Validación	Flores Zamorano Damaris Nathanael, Ramírez-Castillejo Griselda
Análisis Formal	Cota Ramírez Anabell, Marrón Ramos Domingo Noe
Investigación	García Parada Ricardo
Recursos	Flores Zamorano Damaris Nathanael, Ramírez-Castillejo Griselda
Curación de datos	Cota Ramírez Anabell, Marrón Ramos Domingo Noe
Escritura - Preparación del borrador original	García Parada Ricardo
Escritura - Revisión y edición	Flores Zamorano Damaris Nathanael, Ramírez-Castillejo Griselda
Visualización	Cota Ramírez Anabell, Marrón Ramos Domingo Noe
Supervisión	García Parada Ricardo
Administración de Proyectos	Flores Zamorano Damaris Nathanael, Ramírez-Castillejo Griselda
Adquisición de fondos	Cota Ramírez Anabell, Marrón Ramos Domingo Noe