

## Proceso de atención a clientes: un enfoque con geo-simulación basada en agentes

### *Customer service process: an agent-based geo-simulation approach*

Anabel Mecías-Hernández<sup>I</sup>

 <http://orcid.org/0000-0002-7613-3382>

Mailyn Moreno-Espino<sup>II</sup>

 <http://orcid.org/0000-0003-3501-929X>

<sup>I</sup> Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (CUJAE). La Habana, Cuba  
Correo electrónico: [amecias@ceis.cujae.edu.cu](mailto:amecias@ceis.cujae.edu.cu), [my@ceis.cujae.edu.cu](mailto:my@ceis.cujae.edu.cu)

Recibido: 28 de octubre del 2021

Aprobado: 28 de febrero del 2022

#### RESUMEN

En esta investigación se da solución a la situación problemática en las oficinas de trámite que puede ocasionar innumerables efectos negativos para la dirección del país y la vida de los ciudadanos. Una de las alternativas de solución consiste en la utilización de la simulación ya que resulta útil, antes de aplicar cambios, conocer el impacto que pueden traer consigo. El objetivo del trabajo es mostrar las ventajas que brinda la geo-simulación social basada en agentes frente a la simulación tradicional usada anteriormente para enfrentar esta problemática, en cuanto al apoyo a la toma de decisiones. Como principales resultados se obtuvo el diseño de un sistema y un modelo de simulación donde se incluyen los sistemas de información geográfica y comportamientos de aleatoriedad de los agentes inteligentes. A partir de los resultados se demostró que el modelo simulado realizado aporta mayor grado de información que el enfoque de solución anterior.

**Palabras claves:** proceso de trámite, Simulación, Sistema multi-agente, geo-simulación social basada en agentes, Agentes inteligentes.

#### ABSTRACT

This investigation provides a solution to the problematic situation in the paperwork offices that can cause innumerable negative effects for the direction of the country and the lives of citizens. One of the alternative solutions consists in the use of simulation since it is useful, before applying changes, to know the impact that they can bring. The objective of the work is to show the advantages that agent-based social geo-simulation offers compared to the traditional simulation used previously to face this problem, in terms of support for decision-making. The main results were the design of a system and a simulation model that included geographic information systems and random behavior. From the results it was shown that the simulated model carried out provides a greater degree of information than the previous solution approach.

**Keywords:** processes of paperwork, Simulation, Multi-agent system, geo-simulation based on agents, Intelligent Agents.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El proceso de trámite tiene en nuestro país un papel fundamental para la sociedad en la que vivimos, ya que la mayoría de las personas en algún punto de sus vidas deben ser protagonistas de una gestión de trámite, dígame trámite de papeles de identidad, de propiedad de una casa, entre otros muchos. Según Domínguez (2017) existen en el país 275 oficinas de trámites de la Dirección de Identificación y Registro, a las cuales acuden alrededor de dos millones de personas al año, la mayoría haciéndolo por gestiones asociadas al carné de identidad [1].

En la mayoría de estas oficinas existe un sistema de servicios para la atención al cliente que no en pocas ocasiones colapsa, al punto que los usuarios tienen que esperar largos períodos de tiempo en la cola y en el peor de los casos abandonan la instalación sin realizar el trámite necesitado, produciendo insatisfacción y pérdidas de tiempo. Esta situación pudiera estar condicionada por diversas causas, entre las que se destaca que estas agencias son bastantes concurridas, como se mencionó anteriormente, el escaso número de dependientes, el excesivo tiempo para atender a los clientes, entre otras [2]. Por lo tanto, debido al impacto que posee el servicio que se brinda, en la dirección del país y en múltiples situaciones de la vida de los ciudadanos, es de interés estudiar con atención su evolución, los factores que actúan en él y sus influencias mutuas.

Las agencias de trámite, como otros centros de servicio, son sistemas de atención en red, donde las colas juegan un papel importante. Las colas son un aspecto de la vida moderna que se encuentran continuamente en las actividades diarias, como: el pago de servicios en el sistema bancario, los semáforos mal ajustados que implican colas de vehículos, el pago de peaje en una autopista, los cajeros automáticos, el tráfico aéreo de un aeropuerto, entre otras [3]. El estudio de las colas proporciona tanto una base teórica del tipo de servicio que se puede esperar de un determinado recurso, como la forma en la cual dicho recurso puede ser diseñado para proporcionar un determinado grado de atención a sus clientes. El diseño de las instalaciones, la calidad del personal que está en contacto con los clientes y la confortabilidad de estos, son algunos de dichos aspectos [4].

Una de las técnicas que hoy en día se asocia a la calidad del servicio al cliente y que resulta una de las más utilizadas por la Ingeniería Industrial, para el análisis de agencias de servicios, es la Teoría de Colas; enfocado a través de herramientas de la Investigación de Operaciones y la Simulación. En las empresas y organizaciones se presentan situaciones o sucesos que requieren tomar decisiones para planificar, predecir, invertir, proyectar, etc. donde juega un papel de gran importancia la modelización y la simulación y que se emplea como soporte para la toma de decisiones. El valor agregado a través del uso de la Simulación se sustenta en la posibilidad de representar adecuadamente una amplia gama de escenarios, obteniendo no solo medidas de desempeño sino también una representación gráfica adecuada para el entendimiento por parte del equipo tomador de decisiones y de las directivas de la empresa [5].

Hasta el momento se había analizado dicha problemática a través de una simulación computacional tradicional la cual presenta ciertas limitaciones que impiden obtener una visión global y más realista de una situación en las agencias de trámite. La principal limitación de la simulación tradicional es que, con la propia evolución de los seres humanos, los procesos en los que se ven envuelto son cada vez más complejos, haciendo que los métodos tradicionales para representar procesos simulados en los que intervienen seres humanos no corresponden con la realidad. Un aspecto poco explorado es el estado mental, capacidad laboral y metas personales que son un asunto de vital importancia en las reacciones de los clientes cuando interactúan entre ellos y con el personal de la oficina. En resumen, el problema fundamental radica en que como en los procesos las entidades que interactúan entre sí son seres humanos, no existe entonces correlación entre el modelo simulado y el procedimiento analizado en la vida real ya que la simulación tradicional no contempla los diferentes aspectos de sus entidades mencionados anteriormente. Estos elementos pueden aumentar o disminuir la productividad de las estaciones de servicio de forma dinámica, influidos por factores propiamente modelados o por situaciones excepcionales que pueden producirse.

## **PROCESO DE ATENCIÓN A CLIENTES: UN ENFOQUE CON GEO-SIMULACIÓN BASADA EN AGENTES**

La Dirección de Identificación, Inmigración y Extranjería de Cuba y el resto de las oficinas de trámites del Ministerio del Interior son instituciones públicas en el que se integran los servicios de registros y archivos en materia de identidad, migración, extranjería, ciudadanía y registro electoral de cada ciudadano cubano y extranjeros, según corresponda: carné de identidad, pasaportes, regulaciones migratorias, registros de vehículos y licencias de conducción [1].

La oficina está compuesta por las estaciones de servicio o puesto de atención. Existen seis tipos de puestos de atención clasificados según la transacción que brindan: Entrega, Información, Migración, Identidad, Recepción y Biometría. Según sea el tipo de puesto de atención, el tiempo de servicio es mayor o menor. Además, consta de salas de esperas, las mismas son muy importante dentro de la agencia de trámite ya que tiene la capacidad de mejorar o empeorar la experiencia del cliente. Cada oficina puede tener tantas salas de espera como su diseño estructural le permita, pero mínimo debe contar con un área de espera interna. Diversos estudios indican que aspectos del entorno físico de las áreas de espera como: la iluminación, el color, la música, el mobiliario, entre otros afectan directamente la percepción, evaluación y comportamiento del cliente en un establecimiento [6, 7] Por ejemplo, en estudios experimentales se descubrió que un mobiliario poco confortable durante varias horas puede causar mal humor y estrés [8].

La oficina de trámite es un centro de servicio con un sistema de atención en red que vive día a día problemas de saturación, ineficiencia, falta de planeación en el diseño entre otras dificultades. Una de las situaciones problemáticas más sobresalientes es que más del 60 por ciento de la población acude a las unidades en el horario comprendido entre las ocho de la mañana y la 1 del mediodía y muchas personas confiesan que desde la madrugada están haciendo la cola. Este problema que se presenta en ese horario, genera una insatisfacción e incomodidad en los clientes por la demora en la atención, provocando que estos se marchen sin ser atendidos lo cual es perjudicial ya que se generan pérdidas en la oficina [1]. En general, las instalaciones tienen deficiencias a la hora de brindar un buen servicio a la comunidad debido a la cantidad de personas que requieren del mismo, el elevado tiempo de espera, mala distribución de los espacios, número de trabajadores etc.

Para resolver la problemática planteada se traza como objetivo desarrollar una herramienta de análisis y toma de decisiones, utilizando simulación social basada en agentes para analistas e ingenieros en cuanto a los problemas relacionados con la configuración, organización y distribución de las oficinas de trámite.

### **II. MÉTODOS**

Se hizo un análisis profundo del funcionamiento de las oficinas de trámites utilizando el método del Observación Sistemática que permitió determinar los tipos de trámites y el flujo de atención de las mismas. Se hizo un análisis de los antecedentes para una propuesta de solución.

#### **Tipos de trámite**

En la oficina de trámite se brindan muchísimos servicios a la población como, por ejemplo: pérdida o deterioro de la Tarjeta de Menor, carné de identidad, licenciamiento Fuerzas Armadas Revolucionarias, egreso de establecimiento penitenciario, registro de estancia, etc. Para facilitar el trabajo y el análisis de estas transacciones se agruparon en las siguientes clasificaciones:

- Trámites de Identidad
- Trámites Migratorios
- Recogida de documentos (o, desde el punto de vista de la oficina, entrega de documentos).

Se brinda junta a un servicio de aclaración de dudas a los clientes y que debe realizarse antes de empezar a recibirse cualquiera de los otros servicios. Cada cliente puede llegar a la oficina para realizar hasta tres tipos de trámites.

#### **Flujos de atención**

Para llevar a cabo cualquiera de los trámites descritos, el cliente debe pasar por uno a más puestos de atención según sea el caso, ello implica que deben incorporarse a una cola indistinta según el puesto en el cual deban ser atendidos. En la figura 1 se muestra el flujo de atención de cada trámite incluido la consulta de dudas.

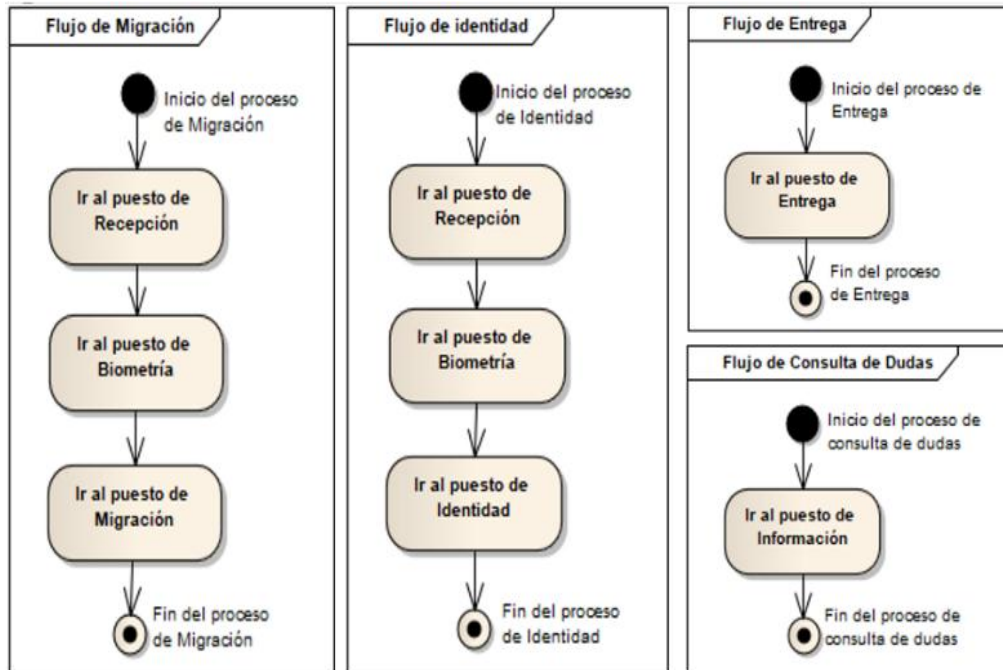


Fig. 1. Flujos de atención de los procesos de trámite

### Antecedentes de solución

Hasta el momento se había analizado dicha problemática a través de una simulación computacional tradicional, donde las entidades son procesadas de una forma pre-concebida y con comportamientos que, aunque puedan llegar a ser dinámicos, no contemplan aspectos que podrían o no inducir y afectar el comportamiento al transcurrir un evento determinado.

La mayoría de las simulaciones para los sistemas de servicio se centran en obtener resultados acerca de ciertos aspectos problemáticos para la calidad del mismo como, por ejemplo: los tiempos de espera, tiempos de servicio, número de servidores etc. [9,10, 11, 12,13]. En varios de estos trabajos se intentan simular la problemática, sin considerar como puede influenciar factores internos y externos de los clientes y trabajadores. Se ignora como el comportamiento de estos en situaciones clave este puede alterar el funcionamiento normal de las empresas o centros de atención. Fruto del análisis de los tipos de simulaciones existentes y varios sistemas concretos, se han identificado una serie de características que no son habitualmente contempladas en los estudios de centros de atención, o que no lo son de forma integrada, y que sin embargo pueden resultar relevantes. El presente trabajo persigue ofrecer un entorno de simulación con dichas características.

### Plataformas de simulación social basada en agentes

Junto con la aceptación y el interés creciente por la simulación social basada en agentes como herramienta, han ido apareciendo varias plataformas. Para el desarrollo de la solución propuesta se estudiaron diversas tecnologías, y que dieran cumplimiento a requisitos como:

- Permitir visualización 2 Dimensiones /3Dimensiones
- Integración con información GIS (Sistemas de Información Geográficos, por sus siglas en inglés)
- Creación de comportamientos embebidos en agentes
- Sea de distribución libre

### Selección de la herramienta de modelado y simulación

A modo de resumen en la tabla 1 se observa la Comparativa de las plataformas, se muestra una comparación teniendo en cuenta los requisitos para dar solución a la problemática. Los campos comparativos que se tienen en cuenta son: integración con GIS; Posibilidad de modelado en 2D/3D; Sistema Operativo; Soporte de Modelo BDI (Believe, Desire, Intention); Lic: Licencia.

## PROCESO DE ATENCIÓN A CLIENTES: UN ENFOQUE CON GEO-SIMULACIÓN BASADA EN AGENTES

Luego de realizar un análisis sobre las plataformas disponibles, la plataforma escogida para realizar los modelos de simulación es Gama, debido a que se contaba con experiencias previas con este marco de trabajo y, que dadas sus diversas ventajas ha sido referenciada en varios trabajos [24, 25].

Tabla 1. Comparativa de las plataformas

Plataformas	Lenguaje	GIS	Lic	BD	2D/3D	SO
MASON	Java	SÍ	Académicalibre	SÍ	SI	Multiplataforma
Repast	Java, C#, Managed C++	SÍ	BSD, GNU	SÍ	SI	Windows, Linux
GAMA	GAML	SÍ	GPL	SI	SI	Mac OS X; Windows; Linux
NetLogo	NetLogo	SÍ	GPL	NO	SI	Multiplataforma

### GAMA

GAMA (*GIS Agent-based Modeling Architecture*) es un entorno de desarrollo de simulación y modelado para construir simulaciones basadas en agentes [26, 27]. Consiste en una sola aplicación que se basa en la arquitectura RCP (*Rich Client Platform*). Dentro de este único software de aplicación, a menudo denominado plataforma, los usuarios pueden realizar, sin necesidad de software adicional de terceros, la mayoría de las actividades relacionadas con el modelado y la simulación, es decir, edición de modelos y simulación, visualización y exploración utilizando herramientas dedicadas. Posee múltiples dominios de aplicación, un lenguaje de alto nivel intuitivo basado en agentes (GAML) que a su vez es esencialmente un código de anotación implementado en lenguaje JAVA. Es capaz de incorporar información de archivos GIS y otras formas de información (DB). Posee una interfaz declarativa sencilla y soporta un alto nivel de inspección en tiempo real de los agentes con multi-capas.

### Aspectos importantes dentro de la simulación

#### a) Distribución de espacios

La necesidad de diseñar o reconfigurar los espacios, dentro de las empresas se incrementa a medida que surgen cambios en la demanda de los clientes. La calidad, el costo del producto/servicio y el nivel de servicio, se ven afectados directamente por el diseño de la instalación[11].

Organizar las estaciones de servicio de manera que el flujo de los procesos de trámites no se vea interrumpido y las áreas de cada parte del proceso (servicio al público, análisis de solicitudes, etc.) sean suficientes y adecuadas para la labor es uno de los problemas más comunes dentro de las oficinas del trámite. Una mejor distribución de espacios tiene el potencial de incrementar la productividad. El contexto físico de trabajo es un activo con un impacto específico y cuantificable en el éxito de las organizaciones. La efectividad de los espacios donde el trabajo se desarrolla hace una diferencia para lograr la satisfacción y el desempeño exitoso de los empleados [13].

Para obtener diseños de sistemas de calidad se deben tener en cuenta elementos como: datos económicos, la flexibilidad, seguridad etc. y los procesos internos de los trámites, al momento de llevar a cabo una reorganización de los espacios. Se deben tomar decisiones en cuanto al: dimensionamiento, las colas, los tiempos de espera. Se requiere conocer los efectos de estos cambios en todo el sistema de atención al cliente de manera que los tiempos de respuesta mejoren o, al menos, no se alarguen (9).

Los artículos demuestran que la simulación es una herramienta que beneficia el quehacer de los ingenieros [14, 15]. Es una técnica potente y particularmente eficaz que permite predecir el comportamiento del sistema de producción o servicio que permite mostrar las ventajas e inconvenientes de una posible redistribución para valorar diferentes alternativas de solución de problemas, sin ser necesaria su experimentación real [16-19]. Por lo que junto a la posibilidad de

cargar el mapa de la oficina se le brindará al usuario la posibilidad de poner a prueba varias alternativas de distribución y obtener resultados estadísticos que apoyen a la toma de decisiones.

### **b) Comportamientos**

Un aspecto poco explorado en las simulaciones de sistemas de servicio es el carácter o estado de ánimo de los consumidores. A las personas por lo general, no les gusta esperar, ya que puede llevarlos a experimentar un rango de emociones negativas como puede ser: aburrimiento, estrés, ansiedad, impaciencia, tensión, irritación, abandono, y en ocasiones incluso humillación [16]. Estas emociones pueden dar como resultado toda una variedad de situaciones que pueden aparecer en las agencias documentarias.

#### **a. Estrés**

En este trabajo el estrés estará representado tanto en clientes como trabajadores y será influenciado por las características personales y por factores externos.

Cada persona llegará a la oficina con un estrés inicial que dependerá de factores internos como: la edad, el sexo, si presenta un problema personal, la distancia que recorrió desde su casa hasta la oficina y si presenta alguna limitación de tiempo, es decir, tiene algo más que hacer luego de culminar su trámite o en el caso de los trabajadores, su jornada laboral. Luego en su estancia en la oficina el estrés se ve afectado por diversas situaciones que difieren entre el consumidor y la persona que presta el servicio.

En el caso de los consumidores juega un papel importante la sala de espera, la cantidad y el confort del mobiliario. Otros factores pueden ser la densidad de personas a su alrededor, la cantidad de empleados atendiendo ese trámite y el nivel de atención recibido por un empleado. Este último se refiere a que si un cliente tenía la expectativa de recibir un nivel de atención y recibe uno más bajo esto influye negativamente en su estrés.

En los trabajadores por su parte, el estrés se ve influenciado mayormente por las horas de la jornada laboral, cantidad de clientes atendidos y su interacción con estos. Otro elemento que se tuvo en cuenta en los agentes que prestan el servicio es la experticia. La experticia se refiere a la cantidad de años de experiencia laboral, mientras mayor sea tendrá mayor productividad y se verá menos afectado por situaciones de estrés.

Por último, en el entorno de simulación se incluyó, además, la temperatura ambiental, la cual es uno de los factores más importantes que afectan al estrés de las personas [17]. Diversos estudios alegan que cuando se exceden los límites de temperatura permitidas por el cuerpo, empiezan a surgir inconformidades, el estado de ánimo de la persona se ve afectado y en lugares de trabajo, el estrés térmico hace que el nivel de productividad disminuya, hasta el punto de rechazar algunas actividades, teniendo como consecuencia baja eficiencia [18, 19, 22, 23].

#### **b. Impaciencia**

La impaciencia es un comportamiento experimentado con gran frecuencia en nuestra vida diaria. Se dice que un cliente está impaciente cuando el tiempo de espera percibido excede el tiempo que están dispuestos a esperar y como resultado se retira de la cola sin realizar su transacción. La decisión de abandonar un servicio está estrechamente ligada a la evaluación que hace el cliente del tiempo de espera. En general, se considera que la evaluación de la espera resulta de la comparación entre la expectativa del usuario y su percepción [20]. La relación entre la percepción del tiempo de espera y la expectativa de tiempo de espera es un factor clave en el análisis de dicho comportamiento.

#### **c) Percepción del tiempo de espera**

En múltiples trabajos se plantea que para el análisis de las líneas de espera se debe tener en cuenta tiempo de espera medible y también como este es experimentado por los clientes [21, 22, 25, 26, 27]. Aunque el tiempo es objetivo, la percepción del tiempo por parte de los clientes, es subjetivo, ya que a menudo, diferentes clientes manifiestan diferentes sentimientos sobre el mismo tiempo de espera. En resumen, la percepción del tiempo de espera, es como el cliente siente el paso del tiempo en las instalaciones de servicio.

#### **d) Expectativa de tiempo de espera**

Los clientes antes de elegir si esperar o no, tienden a estimar cuan larga será la espera, en base a las señales que observan y/o de su experiencia previa en este tipo de oficinas. Si estiman que el tiempo puede ser muy largo puede que ni siquiera se integren a la fila, y si lo hacen, la expectativa sirve para determinar cuánto tiempo están realmente dispuestos a esperar.

## PROCESO DE ATENCIÓN A CLIENTES: UN ENFOQUE CON GEO-SIMULACIÓN BASADA EN AGENTES

Diversos estudios en líneas de espera mencionan diversos factores que afectan la percepción y la expectativa del tiempo de espera los cuales se pueden clasificar en internos (propios del consumidor o aquellos que no se pueden controlar) y externos (factores del servicio o del entorno que se pueden controlar) [22, 23, 26, 27].

Resulta evidente que factores personales internos tienen diversos efectos en la percepción del tiempo. Los principales factores internos que se tendrán en cuenta son: la edad, el sexo, la cantidad de visitas previas a la oficina, distancia desde su casa hasta la oficina, si tiene algún problema personal, limitación de tiempo y el número de acompañantes. Todos estos elementos pueden afectar la percepción del cliente.

En cuanto a la expectativa diversos estudios en líneas de espera muestran que en general las personas tienden a sobreestimar el tiempo de esperar. Entre las variables internas se encontró que el género afecta levemente la estimación, siendo las mujeres quienes más sobreestiman. Por otra parte, las expectativas sobre un servicio son influenciadas por las señales en el ambiente de un servicio. Por ejemplo, la percepción de la densidad de usuarios en una tienda afecta la expectativa del tiempo de espera, dado que una alta densidad es una señal que conducirá a que un usuario potencial espere demorarse más en recibir el servicio que en una tienda con baja densidad. Así mismo, un mayor número de empleados visibles reduce la expectativa de espera. Por último, la longitud de la fila parece ser una variable importante a la hora de generar expectativas. En resumen, se ha encontrado que la visualización de lo que está ocurriendo en la fila afectan las expectativas de espera.

### III. RESULTADOS

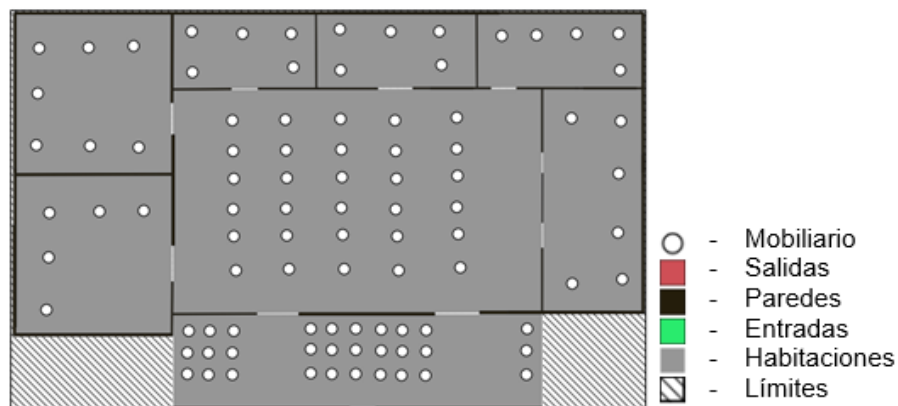
#### PROPUESTA DE MODELADO DE LA OFICINA ÚNICA

##### a) El clima en la simulación

Uno de los objetivos de este trabajo es la inclusión de la temperatura al entorno simulado, como uno de los factores fundamentales que afecta a los clientes en estas agencias. Para ello se brindó la posibilidad al usuario de poder cargar un fichero json con la información meteorológica, o que la propia herramienta solicite, a un servicio web la temperatura del día en que se ejecuta la simulación, también se puede trabajar con históricos de temperaturas.

##### b) Utilización de ficheros GIS

Para poder recrear las edificaciones en la plataforma de desarrollo GAMA, se hizo uso de la herramienta QGIS, para poder construir cada pared, pasillo y habitación. Además, se especificó dónde están las entradas al edificio, las salidas, la colocación del mobiliario y la cantidad como se muestra en la figura 2.



**Fig. 2.** Estructura de la oficina única en QGIS

Cada elemento forma parte de la información geográfica la cual es dividida y estructurada en capas, cada una de estas capas se exporta como un multi-archivo ShapeFile y se cargan dentro de la plataforma de desarrollo antes de iniciar la simulación.

Como la naturaleza de esta simulación es académica y con fines demostrativos, la edificación que se muestra en la figura 3 se creó de forma aleatoria.



Fig. 3. Estructura en 3D de la oficina única en la plataforma GAMA

### c) Distribución de la oficina

La simulación debe permitir que desde la interfaz de usuario se pueda modificar la distribución de la oficina, para ello la plataforma cuenta con una serie de comandos que permiten la creación de **menús** de opciones que aparecen en la parte derecha de la interfaz. Esta funcionalidad fue altamente explotada, para permitir al usuario colocar la función de cada oficina y su mobiliario donde considerara más oportuno.

Es necesario puntualizar los requisitos que debe cumplir una correcta disposición de la agencia de trámite:

- Contar con seis oficinas de atención al cliente: Información, Biometría, Migración, Identidad, Recepción y Entrega de documentos.
- Tener al menos una sala de espera interna.
- En cuanto al mobiliario cada habitación que desempeñe una labor, debe contar con al menos un elemento, según sea el tipo, estación de servicio o lugar de espera.

A modo de ejemplo, a continuación, se explica uno de los menús utilizados. En la figura 4 se observa el primer panel de opciones disponible al usuario, el cual cuenta con tres funcionalidades: *Use a random distribution*, *Use an especific distribution* y *Use last distribution*.

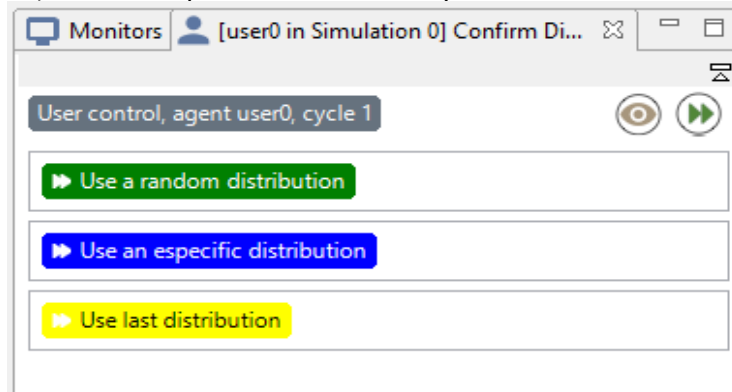


Fig. 4. Primer menú para la distribución de la oficina

- *Use a random distribution*: esta opción realiza una distribución completamente aleatoria.
- "Use an especific distribution": permite al usuario detallar la disposición de la oficina que desea.
- "Use last distribution": carga a la simulación la última disposición guardada, mediante un archivo .csv.

Por último, al finalizar la disposición de la oficina el usuario tiene la opción de guardarla en la ventana que se observa en la figura 5.



## PROCESO DE ATENCIÓN A CLIENTES: UN ENFOQUE CON GEO-SIMULACIÓN BASADA EN AGENTES

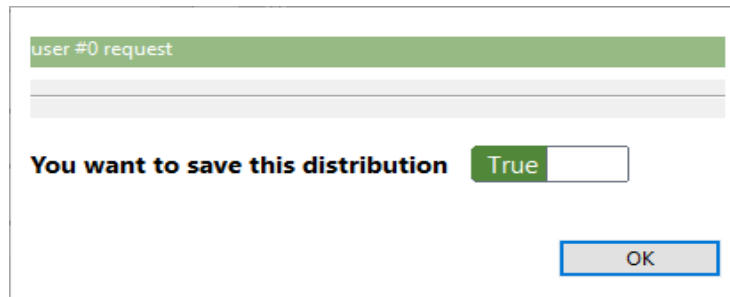


Fig. 5. Ventana para guardar la distribución realizada

### d) Descripción de los clientes

Los clientes son la pieza angular del proceso simulado y a partir de ellos se saca una serie de estadísticas, que sirven para el posterior análisis de la solución a los problemas dentro de la oficina. Para acercarlo lo más posible al comportamiento de estos agentes al pensamiento cognitivo de los seres humanos se utilizó el paradigma BDI. Además del uso de las bases de creencias, deseos e intenciones que nos brinda el modelo BDI para el control de la arquitectura de este paradigma; también ofrece, con el objetivo de percibir el ambiente que rodea a los agentes, la función *perceive*. Esta función permitirá, pasándole como parámetro el objeto que se desea percibir, la ejecución de un código directamente en el agente.

En los clientes se utiliza una base de emociones simple, la cual servirá para reflejar el estado de las entidades bajo los procesos que se deseen describir para de cierta forma simular comportamiento humano. Las emociones que se utilizaron: estrés, impaciencia, satisfecho y decepcionado, las dos primeras relacionadas al proceso de esperar por un servicio y las dos últimas a la atención recibida por el trabajador.

Se observa en la figura 6 la representación en 3D del modelo de ejecución y dentro de él a los clientes esperando en los asientos. Nótese además los diferentes colores adquiridos por los agentes que representan los seres humanos dichos colores representan el tipo de trámite que vino a realizar el mismo, en este caso en particular el cliente en color azul viene a hacer un trámite de migración y el cliente en color marrón es el último de la cola dentro de la oficina. Además, los círculos de colores debajo de estos sirven para destacar algunos de los estados del cliente.



Fig. 6. Vista de los clientes dentro de la simulación

## IV. DISCUSIÓN

Para medir el desempeño de la solución propuesta ante varias alternativas de situaciones dentro de la oficina se realizó un diseño experimental. En el diseño de los experimentos se asumió como una constante para cada uno de los escenarios que se describen en la tabla 2, de cada escenario se simularían cinco días por cada ejecución y se utilizaría información meteorológica importada de la carpeta del proyecto.

## A. MECÍAS-HERNÁNDEZ, M. MORENO-ESPINO

**Tabla 2.** Configuraciones de los escenarios de prueba

<b>Parámetros Escenario</b>	<b>ajustables/</b>	<b>#1</b>	<b>#2</b>	<b>#3</b>
Cantidad de trabajadores		30	15	6
Cantidad de clientes sentados		60	15	0
Cantidad de clientes parados		0	15	30
Acceso por transporte público		Fácil	Intermedio	Difícil
Existencia de señalización		Bueno	Regular	Malo
Estado de la jardinería		Bueno	Regular	Malo
Estado constructivo		Bueno	Regular	Malo
Estado de la limpieza		Bueno	Regular	Malo
Nivel de confort de los asientos		Alto	Medio	Bajo
Probabilidad de estrés		Baja	Media	Alta
Probabilidad de impaciencia		Baja	Media	Alta
Temperatura media (°C)		22,6	25,4	30,0

Dentro del proceso simulado global se establecieron parámetros, inicializaciones y comportamientos de uso relevante. Algunos de ellos se describen a continuación:

- Se estableció que el paso del tiempo en cada ciclo de la simulación es de un minuto, es decir, cada vez que pase un ciclo contará como un minuto de la situación en la vida real.
- Se definió que las edades se dividirían en cuatro grupos: adolescente (menos de 20 años), juvenil (entre 20 y 30 años), mediana edad (entre 30 y 50 años), adulto mayor (mayor de 50 años).
- La simulación termina cuando la cantidad de días que el usuario implantó que quería simular han pasado dentro del proceso (en este caso 5 días).
- La probabilidad de llegada de clientes con trámites de identidad, migración y recogida de documentos será la misma en todos los casos y los clientes podrán tener acompañantes.

Los parámetros son ajustables y el tiempo de ejecución puede ser de horas hasta días, en los escenarios se plantean un conjunto de parámetros que van interactuando entre ellos, dígame el confort con la probabilidad de estrés. En trabajos futuros se incluirá la percepción de confort, ya que no es igual para todas las personas y edades. Los resultados obtenidos de la configuración de estos parámetros son exportados como ficheros .csv para facilitar el análisis posterior bajo diferentes juegos de datos. Dichos resultados se muestran en la tabla 3.

**Tabla 3.** Resultados de la experimentación

Aspectos	Escenario		
	<b>#1</b>	<b>#2</b>	<b>#3</b>
Cantidad de clientes	649	666	702
Porcentaje de cliente que lograron su trámite	99.8	82.9	28.9
Porcentaje de clientes que se retiraron por falta de asientos	0	3.5	17.1
Porcentaje de clientes que no lograron el trámite porque cerró la oficina	0	0.2	18.1
Porcentaje de clientes que se retiraron por impaciencia	0	0.3	16.2
Porcentaje del tiempo de servicio agregado por el estrés	0	9.5	41.3
Tiempo de espera (minutos por cliente en un día)	4	17	116
Tiempo de servicio Total (horas)	277.9	232.	84.1

# PROCESO DE ATENCIÓN A CLIENTES: UN ENFOQUE CON GEO-SIMULACIÓN BASADA EN AGENTES

		6	
--	--	---	--

El Tiempo de servicio Total (horas), es la cantidad de tiempo total que estuvo atendiendo a un cliente el trabajador. En el escenario #1, donde hay 30 trabajadores, se atendieron 649 clientes y la cantidad de tiempo atendiendo por cada trabajador fue de 111.16 minutos. El tiempo de servicio agregado por el estrés, se debe a tardanzas en la atención debido a que se tarda el servicio, por una discusión, discrepancia o problemas en el respeto a la cola.

Con el desarrollo de esta investigación se realiza un aporte a la forma de encontrar configuraciones eficientes en las oficinas de trámites, para mejorar la calidad del servicio. La disponibilidad de una nueva herramienta, donde los usuarios podrán cargar la estructura de la oficina, modificar su distribución y características y obtener resultados que contribuyan positivamente al apoyo de la toma de decisiones. Todos estos aspectos constituyen los valores prácticos de este trabajo.

De las alternativas analizadas, los aspectos que más tienen influencia en el servicio es la cantidad de servidores o trabajadores y la cantidad de asientos. A medida que aumenta la cantidad de servidores aumenta el tiempo de servicio brindado al cliente y mientras más lugares de espera en asientos haya, en relación con la espera de pie menos clientes se impacientan.

Siguiendo los mismos parámetros se obtendrán siempre resultados distintos, aunque deben estar enmarcados en un rango. La solución admite reajustarse a diferentes situaciones y la misma se puede llevar en un trabajo posterior a una optimización de la simulación.

Con respecto a soluciones anteriores hechas con simulación tradicional se puede ver la mejora en la forma de poner los comportamientos en las personas y además de poder tener en cuenta en el modelo de simulación los aspectos externos en influyen en el comportasen tanto de los clientes que acuden a una oficina de trámite como los trabajadores de la misma.

## V. CONCLUSIONES

1. Se puede concluir que la simulación basada en agentes en una técnica altamente eficaz para modelar sistemas complejos como la oficina de trámites.
2. Vincular los GIS al proceso simulado de la agencia de trámite permite incorporar una vista de espacio real como el número de asientos para la espera y la distribución de los puestos de trabajo.
3. Los elementos que se deben tener en cuenta a la hora de realizar una configuración adecuada dentro de la oficina del trámite, tienen muchas combinaciones, y destacan el personal y el espacio para esperar.
4. Los aspectos como estrés, espacios de confort para la espera, el calor y otros aspectos externos pueden causar cambios en los comportamientos, por lo que se deben tener en cuenta la simulación de un proceso como el que se hace en una oficina de trámite.

## VI. REFERENCIAS

1. Domínguez, A. M. La hora del trámite. Juventud Rebelde. 2017. [Consultado el 8 de diciembre del 2018]. Disponible en: <https://www.juventudrebelde.cu/cuba/2013-05-09/la-hora-del-tramite>
2. López, E., Jao; L. G. Teoría de colas aplicada al estudio del sistema de servicio de una farmacia. [en línea]. Revista Cubana de Informática Médica, 10(1), 3-15. 2018. ISSN 1684-1859
3. Flores, C. L.; Linares, C. L.; Bonilla, J. M. Teoría de colas y su aplicación al sistema bancario. Consultado el 8 de diciembre del 2018]. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/12510/1/19200861.pdf>
4. Acuña, R. E.; et. al. Teoría de colas para minimizar tiempos de espera en una empresa financiera. INGnosis, 3(1): 218-232. 2017. ISSN 2414-8199
5. Herrera, O. J.; Becerra, L. Diseño General de las Etapas de Simulación de Procesos con Énfasis en el Análisis de Entrada. Twelfth LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology. 2014. ISBN 0-9822896-7-7
6. Chebat, J. C.; Gelinat-Chebat, C.; Filiatrault, P. Interactive Effects of Musical and Visual Cues on Time Perception: An Application to Waiting Lines in Banks. Perceptual and Motor Skills, (77): 995-

## A. MECÍAS-HERNÁNDEZ, M. MORENO-ESPINO

1020. 1993. ISSN 0031-5125.

7. Vargas, C. E. Intervención en diseño y mobiliario en la sala de espera de atención al usuario y emergencia. 2018. [Consultado el 8 de diciembre del 2018]. Disponible en: <https://rrae.cedia.edu.ec>
8. Baker, J.; Cameron, M. The Effects of the Service Environment on Affect and Consumer Perception of Waiting Time: An Integrative Review and Research Propositions. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 24(4): 338-349. 1996. ISSN 1552-7824
9. Pérez, I. G.; et al. Aplicación de la simulación de eventos discretos a la mejora de la eficacia y la eficiencia de las operaciones de un restaurante. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação Iberian Journal of Information Systems and Technologies*, 23:507-519. 2019. ISSN 1646-9895
10. Arista, J. Aplicación de la teoría de colas al problema de atención al cliente para la optimización del número cajeros en ventanillas en la organización BCP . 2016. [Consultado el 8 de diciembre del 2018]. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe>
11. Noemí, C.; Belén, B. T.; Ballestrin, M. Simulación y análisis de la distribución física de una empresa de servicios. *Ingeniería Industrial*, 15(2):193-211. 2016. ISSN 0717-9103
12. Ha, J., Jang, S.(S). The effects of dining atmospherics on behavioral intentions through quality perception. *Emerald Journal of Services Marketing*, 26(3): 204-215. 2012. ISSN0887-6045
13. OECD. Guía para mejorar la calidad regulatoria de trámites estatales y municipales e impulsar la competitividad de México. OECD Publishing; 2010. [Consultado el 8 de diciembre del 2018]. Disponible en: <https://www.oecd.org/mexico/guia-para-mejorar-calidad-regulatoria.htm>
14. Sáez, A.; Garcia-Sabater, J. P. Protocol: Material flow risk evaluation for layout design. *Working Papers on Operations Management*. 2016; 7(2): 43-63. ISSN 1989-9068
15. Gonzalez, C; Garza, R.; Pérez, E. Enfoque híbrido simulación-proceso analítico jerárquico: caso de estudio del rediseño de un restaurante. *Revista de Métodos Cuantitativos Para La Economía y la Empresa*, 17(2014): 23-41. 2014. ISSN 1886-516X
16. Carmon, Z.; Shanthikumar, J. G., Carmon, T. F. A Psychological Perspective on Service Segmentation Models: The Significance of Accounting for Consumers' Perceptions of Waiting and Service. *Management Sciencem*, 41(11):1806-1815. 1995. ISSN 1526-5501
17. Lan, L.; et al. Effects of thermal discomfort in an office on perceived air quality, SBS symptoms, physiological responses, and human performance. *Indoor Air*, 21(5):376-90. 2011. ISSN 1600-0668
18. Noya Zambrano, AE. Evaluación de la percepción de confort térmico que tienen los estudiantes en el bloque 10 de la universidad de la costa. [Barranquilla]: Universidad de la Costa, CUC; 2019.[Consultado el 8 de diciembre del 2018]. Disponible en: <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/3238/1143147666.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
19. Wright, C. Y.; et al. Indoor Temperatures in Patient Waiting Rooms in Eight Rural Primary Health Care Centers in Northern South Africa and the Related Potential Risks to Human Health and Wellbeing. *International Journal of Environmental Research and Public Health*,14(1): 1-11. 2017. ISSN1660-4601
20. Alvarado, J. A; Trespacios, M. C. Entendiendo la evaluación de la espera desde la psicología del consumidor: efectos de las expectativas y los llenadores de tiempo. *Innovar*. 26(62): 57-68 . 2016. ISSN 2248-6968
21. Maister, D. H. *The Psychology of Waiting Lines*. 2005. [Consultado el 8 de diciembre del 2018]. Disponible en: [http://www.columbia.edu/~ww2040/4615S13/Psychology\\_of\\_Waiting\\_Lines.pdf](http://www.columbia.edu/~ww2040/4615S13/Psychology_of_Waiting_Lines.pdf)
22. Antonides, G.; Verhoef, P. C.; van Aalst, M. Consumer perception and evaluation of waiting time: a field experiment. *Journal of Consumer Psychology*; 12(3): 193-202. 2000. ISSN 1057-7408
23. Correa, Á.; Lupiáñez, J.; Tudela, P. La percepción del tiempo: una revisión desde la Neurociencia Cognitiva. *Cognitiva*, 18 (2): 145-168. 2006. ISSN 0214-3550
24. Mancheva, L.; Adam, C.; Dugdale, J. Multi-agent geospatial simulation of human interactions and behaviour in bushfires.16th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management (ISCRAM 2019), May 2019, Valence, Spain.[Consultado el 8 de diciembre del 2018]. Disponible en: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02091660/file/author-version.pdf>
25. Daudé, E.; et al. ESCAPE: Exploring by Simulation Cities Awareness on Population Evacuation.

## PROCESO DE ATENCIÓN A CLIENTES: UN ENFOQUE CON GEO-SIMULACIÓN BASADA EN AGENTES

16th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management (ISCRAM 2019), May 2019, Valence, Spain. pp.76-93.[Consultado el 8 de diciembre del 2018]. Disponible en: [https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-](https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-02144058/file/Daude%CC%81%20et%20al_2019_ESCAPE_Exploring%20by%20Simulation%20Cities%20Awareness%20on%20Population%20Evacuation_ISCRAM.pdf)

02144058/file/Daude%CC%81%20et%20al\_2019\_ESCAPE\_Exploring%20by%20Simulation%20Cities%20Awareness%20on%20Population%20Evacuation\_ISCRAM.pdf

26. GAMA. GAMA v1.8.0 documentation. 2019. [Consultado el 8 de diciembre del 2018]. Disponible en: <http://gama-platform.org>

27. Tailandier, P.; Gaudou, B.; Duc, A., et al. A Practical Introduction to the GAMA Agent-based Modeling Platform. 2015. [Consultado el 8 de diciembre del 2018]. Disponible en: <http://cs-dc-15.org/papers/global/tutorials/a-practical-introduction-to-the-gama-agent-based-modeling-platform/>

**Los autores declaran que no hay conflicto de intereses.**

### **Contribución de cada autor:**

**Anabel Mecías-Hernández:** Fue responsable del diseño de experimento (escenario de prueba) . Hizo el estudio y la selección de la plataforma. La discusión de los resultados se realizó entre las dos autoras. Los puntos de interés para la simulación: distribución de espacios. Propuesta de modelado de la simulación. El análisis de los resultados. Elaboración y revisión del artículo.

**Mailyn Moreno-Espino:** Desarrollo la propuesta metodológica del trabajo. Desarrollo la descripción de la oficina única de trámite, sus componentes y estructura. Los puntos de interés para la simulación: comportamiento. El análisis de los resultados. Elaboración y revisión del artículo.