



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS
COMPUTACIONALES**

**REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE ESPERA MEDIANTE EL USO DE
COLAS DIFUSAS EN PACIENTES DE CONSULTA EXTERNA
EN UN HOSPITAL DE LA CIUDAD DE
GUAYAQUIL**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

AUTOR (ES):

**GALARZA CASTRO LIZBETH JULIANA
REINOSO JIMÉNEZ CHRISTIAN ANDRÉS**

TUTOR:

ING. LORENZO CEVALLOS TORRES M. Sc.

**GUAYAQUIL – ECUADOR
2017**



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO “ ”

REVISORES: **no poner nada**

INSTITUCIÓN: **Universidad de Guayaquil**

FACULTAD: **Ciencias Matemáticas y Físicas**

CARRERA: **Ingeniería en sistemas computacionales**

FECHA DE PUBLICACIÓN: **FECHA ACTUAL**

Nº DE PÁGS:

AREA TEMATICA:

PALABRAS CLAVES:

RESUMEN:

Nº DE REGISTRO(en base de datos):

Nº DE CLASIFICACION:
Nº

DIRECCION URL (tesis en la web):

ADJUNTO PDF

SI

NO

CONTACTO CON AUTOR:

Teléfono:

E-mail:

CONTACTO DE LA INSTITUCIÓN

Nombre:

Teléfono:

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación, “REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE ESPERA MEDIANTE EL USO DE COLAS DIFUSAS EN PACIENTES DE CONSULTA EXTERNA EN UN HOSPITAL DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL” elaborado por la Srta. GALARZA CASTRO LIZBETH JULIANA y el Sr. REINOSO JIMÉNEZ CHRISTIAN ANDRÉS, alumnos no titulados de la Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil, previo a la obtención del Título de Ingeniero en Sistemas Computacionales, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.

Atentamente

Ing. Lorenzo Cevallos Torres M. Sc.

TUTOR

DEDICATORIA

A Dios por sobre todas las cosas, por su infinita bendición y por permitirnos cumplir una nueva etapa en nuestras vidas.

A nuestros padres, por su inmenso sacrificio, por ser nuestra guía y a nuestros hermanos por su apoyo incondicional en nuestra formación académica.

AGRADECIMIENTO

A los docentes de la carrera, por ser elementos claves en nuestra formación académica y por ser parte de este gran paso que hemos dado, fortaleciendo las formas de indagar en el mundo de la investigación científica.

TRIBUNAL PROYECTO DE TITULACIÓN

Ing. Eduardo Santos Baquerizo M. Sc.
DECANO DE LA FACULTAD
CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

Ing. Abel Alarcón Salvatierra M. Sc.
DIRECTOR DE LA CARRERA
INGENIERÍA EN SISTEMAS
COMPUTACIONALES

Ing. Erick González Linch M. Sc.
PROFESOR REVISOR DEL ÁREA
TRIBUNAL

Ab. Mirella Ortíz Zambrano M. Sc.
PROFESOR REVISOR DEL ÁREA
TRIBUNAL

Ing. Lorenzo Cevallos Torres M. Sc.
PROFESOR TUTOR DEL PROYECTO
DE TITULACIÓN

Ab. Juan Chávez Atocha, Esp.
SECRETARIO

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”

GALARZA CASTRO LIZBETH JULIANA

REINOSO JIMÉNEZ CHRISTIAN ANDRÉS



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

**CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS
COMPUTACIONALES**

REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE ESPERA MEDIANTE EL USO DE
COLAS DIFUSAS EN PACIENTES DE CONSULTA EXTERNA
EN UN HOSPITAL DE LA CIUDAD DE
GUAYAQUIL

Proyecto de Titulación que se presenta como requisito para optar por el
título de INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

Autor: GALARZA CASTRO LIZBETH JULIANA

C.I. 0940496243

Autor: REINOSO JIMENEZ CHRISTIAN ANDRÉS

C.I. 0950303537

Tutor: Ing. Lorenzo Cevallos Torres M. Sc.

Guayaquil, Diciembre del 2017

CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del proyecto de titulación, nombrado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil.

CERTIFICO:

Que he analizado el Proyecto de Titulación presentado por los estudiantes GALARZA CASTRO LIZBETH JULIANA Y REINOSO JIMÉNEZ CHRISTIAN ANDRÉS, como requisito previo para optar el título de Ingeniero en Sistemas Computacionales cuyo problema es:

REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE ESPERA MEDIANTE EL USO DE COLAS DIFUSAS EN PACIENTES DE CONSULTA EXTERNA EN UN HOSPITAL DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Considero aprobado el trabajo en su totalidad.

Presentado por:

GALARZA CASTRO LIZBETH JULIANA
Cédula de ciudadanía N° 0940496243

REINOSO JIMENEZ CHRISTIAN ANDRÉS
Cédula de ciudadanía N° 0950303537

Tutor: Ing. Lorenzo Cevallos Torres M. Sc.

Guayaquil, Diciembre del 2017



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

Autorización para Publicación de Proyecto de Titulación en Formato Digital

1. Identificación del Proyecto de Titulación

Nombre Alumno: GALARZA CASTRO LIZBETH JULIANA	
Dirección: Km. 18 Vía Duran-Yaguachi	
Teléfono: 0989661145	E-mail: lizabeth.galarzac@ug.edu.ec
Nombre Alumno: REINOSO JIMÉNEZ CHRISTIAN ANDRÉS	
Dirección: Cdla. El Recreo Mz. 302 Villa 7	
Teléfono: 0969567997	E-mail: christian.reinosoj@ug.edu.ec

Facultad: CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
Carrera: INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES
Proyecto de titulación al que opta: INVESTIGATIVO
Profesor guía: ING. LORENZO CEVALLOS TORRES M. SC.

Título del Proyecto de titulación: REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE ESPERA MEDIANTE EL USO DE COLAS DIFUSAS EN PACIENTES DE CONSULTA EXTERNA EN UN HOSPITAL DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.

Tema del Proyecto de Titulación: (Palabras claves 5 a 8) colas difusas, lógica difusa, pacientes, reducción, teoría de colas, tiempos de espera
--

2. Autorización de Publicación de Versión Electrónica del Proyecto de Titulación

A través de este medio autorizo a la Biblioteca de la Universidad de Guayaquil y a la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas a publicar la versión electrónica de este Proyecto de titulación.

Publicación electrónica:

Inmediata	<input checked="" type="checkbox"/>	Después de 1 año	<input type="checkbox"/>
-----------	-------------------------------------	------------------	--------------------------

Firma Alumno:

Galarza Castro Lizbeth Juliana

Reinoso Jiménez Christian Andrés

3. Forma de envío:

El texto del proyecto de titulación debe ser enviado en formato Word, como archivo .Doc. O .RTF y .Puf para PC. Las imágenes que la acompañen pueden ser: .gif, .jpg o .TIFF.

DVDROM

CDROM

ÍNDICE GENERAL

Carta de aceptación del tutor.....	III
Dedicatoria.....	IV
Agradecimiento.....	V
Índice general.....	XI
Abreviaturas.....	XIII
Simbología.....	XIV
Índice de cuadros.....	XV
Índice de gráficos.....	XVI
Resumen.....	XVIII
(Abstract).....	XIX
Introducción.....	20
CAPITULO I – EL PROBLEMA.....	22
Ubicación del problema en un contexto.....	22
Situación conflicto nudos críticos.....	24
Causas y Consecuencias.....	25
Delimitación del problema.....	26
Formulación del problema.....	26
Evaluación del problema.....	26
Objetivos de la Investigación.....	27
Alcances de la Investigación.....	28
Justificación e Importancia de la Investigación.....	28
CAPITULO II- MARCO TEÓRICO.....	30
Antecedentes del estudio.....	30
Fundamentación teórica.....	31
Resumen de análisis bibliométrico documental.....	61
Fundamentación legal.....	62
Hipótesis o pregunta científica a contestarse.....	62
Operacionalización de las variables dependientes e independientes.....	63
CAPÍTULO III – METODOLOGÍA.....	64
Diseño de la Investigación.....	64
Modalidad de la investigación.....	64

Tipo de investigación.....	64
Métodos de investigación que se van a emplear.....	65
Instrumentos de recolección de datos.....	65
Procedimiento de la investigación.....	67
Recolección de la información.....	67
Procesamiento y Análisis.....	68
CAPÍTULO IV – RESULTADOS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	96
Resultados.....	96
Conclusiones.....	104
Recomendaciones.....	105
ANEXOS.....	106
BIBLIOGRAFÍA.....	115

ABREVIATURAS

ENSANUT	Encuesta Nacional de Salud y Nutrición
FIFO	First In First Out
FL	Fuzzy Logic (Lógica Difusa)
IA	Inteligencia Artificial
IESS	Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social
INEC	Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos
ISSFA	Instituto de Seguro Social de las Fuerzas Armadas
ISSPOL	Instituto de Seguro Social de la Policía Nacional
LIFO	Last In First Out
MSP	Ministerio de Salud Pública
p.	Página
Parr.	Párrafo
SOLCA	Sociedad de Lucha contra el Cáncer del Ecuador
TC	Teoría de Colas
CA	Completamente de acuerdo
PA	Parcialmente de acuerdo
I	Indiferente
PD	Parcialmente desacuerdo
CD	Completamente desacuerdo

SIMBOLOGÍA

U	Conjunto Universo
e	Euler
!	Factorial
λ	Lambda
L	Longitud esperada en el sistema
Lq	Longitud esperada en la cola
máx.	Máximo
>	Mayor que
<	Menor que
min.	Mínimo
μ	My
\emptyset	No pertenece
k	Número de veces que ocurre el evento
\forall	Para todo
\in	Pertenencia
%	Porcentaje
P(x)	Probabilidad de Llegadas
Po	Probabilidad de que el sistema este vacío
S	Sistema
Σ	Sumatoria
W	Tiempo esperado del sistema
Wq	Tiempo esperado en la cola
	Valor absoluto

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1	
Causas y Consecuencias del Problema.....	25
Cuadro No. 2	
Fórmulas básicas de la teoría de colas de Modelo C con fuente finita.....	45
Cuadro No. 3	
Unión, Intersección y complementos en operaciones con conjuntos difusos...	53
Cuadro No. 4	
Cálculo de Simulación Monte Carlo.....	58
Cuadro No. 5	
Tabla resumen de bibliografías consultadas.....	61
Cuadro No. 7	
Matriz de operacionalización de variables.....	63
Cuadro No. 8	
Promedio de Llegada y atención de pacientes por día en hospitales.....	85
Cuadro No. 9	
Promedio de Llegada y atención de pacientes con número de servidores.....	86
Cuadro No. 10	
Variable Lingüística de entrada pacientes en espera.....	87
Cuadro No. 11	
Variable Lingüística de entrada atención de pacientes.....	87
Cuadro No. 12	
Variable Lingüística de salida servicio de pacientes.....	88
Cuadro No. 13	
Frecuencia de servicio de pacientes.....	88
Cuadro No. 14	
Frecuencia de atención de pacientes con 7 Servidores.....	89
Cuadro No. 15	
Frecuencia de atención de pacientes con 6 Servidores.....	89
Cuadro No. 16	
Frecuencia de atención de pacientes con 5 Servidores.....	89
Cuadro No. 17	
Frecuencia de atención de pacientes con 4 Servidores.....	90
Cuadro No. 18	
Frecuencia de atención de pacientes con 3 Servidores.....	90
Cuadro No. 19	
Frecuencia de atención de pacientes con 2 Servidores.....	91
Cuadro No. 20	
Frecuencia de atención de pacientes con 1 Servidor.....	91
Cuadro No. 21	
Fórmulas básicas de la teoría de colas para distribuciones exponenciales y de Poisson.....	112

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1	
SOLCA Matriz Guayaquil y sus principales Núcleos.....	34
Gráfico No. 2	
Afluencia de pacientes en los últimos años en SOLCA.....	36
Gráfico No. 3	
Proceso de Teoría de Colas.....	39
Gráfico No. 4	
Ejemplo de estructura básica de modelo de colas.....	40
Gráfico No. 5	
Fórmula para calcular la distribución de Poisson.....	42
Gráfico No. 6	
Fórmula modelo función Exponencial.....	43
Gráfico No. 7	
Modelos de colas para la resolución de problemas.....	46
Gráfico No. 8	
Comparación entre lógica clásica y difusa.....	48
Gráfico No. 9	
Ejemplo de conjunto clásico.....	48
Gráfico No. 10	
Diferentes gráficas de la función difusa.....	50
Gráfico No. 11	
Propiedad Convexa de Lógica Difusa.....	51
Gráfico No. 12	
Propiedad de cuantificador difuso de Lógica Difusa.....	52
Gráfico No. 13	
Simulación en tiempo de ejecución.....	55
Gráfico No. 14	
Método Delphi en tiempo de ejecución.....	57
Gráfico No. 15	
Introducción de valores en Matlab.....	60
Gráfico No. 16	
Análisis de la pregunta estadística de la encuesta.....	68
Gráfico No. 17	
Análisis de la pregunta No. 1 de la encuesta a expertos.....	69
Gráfico No. 18	
Análisis de la pregunta No. 2 de la encuesta a expertos.....	70
Gráfico No. 19	
Análisis de la pregunta No. 3 de la encuesta a expertos.....	71
Gráfico No. 20	
Análisis de la pregunta No. 4 de la encuesta a expertos.....	72
Gráfico No. 21	
Análisis de la pregunta No. 5 de la encuesta a expertos.....	73
Gráfico No. 22	
Análisis de la pregunta No. 6 de la encuesta a expertos.....	74
Gráfico No. 23	
Análisis de la pregunta No. 7 de la encuesta a expertos.....	75

Gráfico No. 24	
Análisis de la pregunta No. 8 de la encuesta a expertos.....	76
Gráfico No. 25	
Análisis de la pregunta No. 9 de la encuesta a expertos.....	77
Gráfico No. 26	
Análisis de la pregunta No. 10 de la encuesta a expertos.....	78
Gráfico No. 27	
Análisis de la pregunta No. 11 de la encuesta a expertos.....	79
Gráfico No. 28	
Análisis de la pregunta No. 12 de la encuesta a expertos.....	80
Gráfico No. 29	
Análisis de la pregunta No. 13 de la encuesta a expertos.....	81
Gráfico No. 30	
Análisis de la pregunta No. 14 de la encuesta a expertos.....	82
Gráfico No. 31	
Análisis de la pregunta No. 15 de la encuesta a expertos.....	83
Gráfico No. 32	
Análisis de la pregunta No. 16 de la encuesta a expertos.....	84
Gráfico No. 33	
Valoración del servicio de atención a pacientes con 7 Servidores.....	92
Gráfico No. 34	
Valoración del servicio de atención a pacientes con 6 Servidores.....	92
Gráfico No. 35	
Valoración del servicio de atención a pacientes con 5 Servidores.....	93
Gráfico No. 36	
Valoración del servicio de atención a pacientes con 4 Servidores.....	93
Gráfico No. 37	
Valoración del servicio de atención a pacientes con 3 Servidores.....	94
Gráfico No. 38	
Valoración del servicio de atención a pacientes con 2 Servidores.....	94
Gráfico No. 39	
Valoración del servicio de atención a pacientes con 1 Servidor.....	95
Gráfico No. 40	
Controlador de Mandani aplicado a los Tiempos de esperas.....	96
Gráfico No. 41	
Funciones de membresía de pacientes en espera y atendidos.....	97
Gráfico No. 42	
Salidas defuzzyficadas del servicio.....	98
Gráfico No. 43	
Aplicación de la primera regla difusa.....	99
Gráfico No. 44	
Aplicación de la segunda regla difusa.....	100
Gráfico No. 45	
Aplicación de la tercera regla difusa.....	101
Gráfico No. 46	
Aplicación de la cuarta regla difusa.....	102
Gráfico No. 47	
Aplicación de la quinta regla difusa.....	103



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

**REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE ESPERA MEDIANTE EL USO DE
COLAS DIFUSAS EN PACIENTES DE CONSULTA EXTERNA
EN UN HOSPITAL DE LA CIUDAD DE
GUAYAQUIL**

Autores: Lizbeth Galarza C.
Christian Reinoso J.
Tutor: Ing. Lorenzo Cevallos M. Sc.

Resumen

Este proyecto busca reducir el tiempo de espera de los pacientes aplicando técnicas de teoría de colas (líneas de espera dentro de un sistema) y lógica difusa (procedimientos de razonamiento humano basado en conocimiento) en un sistema de turnos de un hospital de la ciudad de Guayaquil, mediante un estudio de recolección de datos realizado en tiempo real, tomando en cuenta diferentes puntos generales, tales como, las variables lingüísticas, principios de granularidad o reglas difusas, de la cual, se obtienen resultados que varían según la situación en que se los analice, y según las situaciones que se afronten. A partir de este punto, con la aplicación del método, los tiempos de espera serán expresados en el sistema.

Palabras claves: teoría de colas, lógica difusa



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS
CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

WAITING TIME REDUCTION THROUGH THE USE OF FUZZY TAILS
IN EXTERNAL CONSULTATION PATIENTS
IN A HOSPITAL OF THE CITY OF
GUAYAQUIL

Autores: Lizbeth Galarza C.
Christian Reinoso J.
Tutor: Ing. Lorenzo Cevallos M. Sc.

Abstract

This project aims to reduce patients' waiting time by applying queuing theory (waiting lines within a system) and fuzzy logic (human reasoning procedures based on knowledge) in a shift system of a city hospital From Guayaquil. Through a data collection study carried out in real time, taking into account different general points such as linguistic variables, granularity principles or diffuse rules from which results are obtained that vary according to the situation in which they are analyzed, and according to the situations that are faced. From this point, with the application of the method, the waiting times are expressed in the system.

Keywords: queuing theory, fuzzy logic

INTRODUCCIÓN

En los hospitales públicos y semi-privados de la ciudad de Guayaquil, día a día va en aumento el tiempo de espera para que los pacientes sean atendidos de sus dolencias por parte de los médicos tratantes, situación que se acrecienta conforme a la demanda por el número de población.

El excesivo tiempo de espera causa en los pacientes malestar ya que tienen que soportar, a más de la espera, la desidia del personal de turno del hospital pertinente, y dependiendo del grado de dificultad y el tiempo que se tome en conseguir el resultado, determinará el nivel de satisfacción o inconformidad en el paciente.

Este trabajo de investigación busca reducir los tiempos de espera mediante el uso de colas difusas, para lo cual se ha considerado la lectura y análisis de diversos artículos científicos que detallan resultados de varios proyectos buscando dar solución a los problemas relacionados al tema.

Estudios realizados por investigadores científicos de diferentes partes del mundo como Europa y Asia, concluyen que los métodos tradicionales de estudios acerca de las filas que realiza la ciudadanía para obtener un servicio no es la atención más apropiada al paciente ya que se generan contratiempos que pueden culminar, incluso, en la pérdida de la vida de quien busca atención médica.

Se pudo establecer, a través del presente proyecto, que las variables tales como el tiempo de espera, tiempos de servicio y tiempo de atención, son las que definen si en la cola o fila generan grados de dificultad, esto por cuanto en un hospital, la atención que se solicita debe ser necesariamente inmediata; sin embargo, agendar una cita en un hospital público, donde se tiene mayor incidencia en la formación de colas, se ha vuelto un reto.

Estudios comprendidos desde enero hasta agosto del 2017 determinan que las colas han venido en aumento, realidad que lamentablemente causa molestia, pérdida de tiempo y reclamos por parte de los pacientes, además de aglomeración, lo que evidencia una mala atención hospitalaria.

En tal virtud, la aplicación de técnicas basadas en la investigación de operaciones y el uso de las colas difusas brinda una herramienta innovadora y poco tradicional, con conclusiones de servicio óptimo en la atención médica, disminuyendo las molestosas colas o filas.

Otro factor determinante es la atención esmerada que debe tener el paciente en consulta externa, error en el que cae el personal administrativo y de la salud al no brindar la atención necesaria con el esmero que cada paciente espera al momento de ser atendido. Del análisis y la combinación de diferentes factores, tales como, la tasa de atención y llegadas, distribución de probabilidad, el número de servidores y la capacidad del sistema, conlleva a obtener los resultados esperados. En tal virtud, la presente investigación se centra en:

Capítulo I.- Aquí se especifica el planteamiento del problema, la situación conflictiva, las causas y consecuencias, la delimitación, formulación y evaluación del problema, además de los objetivos generales y específicos, y por último la justificación del problema.

Capítulo II.- Comprende el desarrollo del marco teórico, el cual abarca los antecedentes del estudio, la fundamentación teórica, análisis de las variables directa e indirecta y la hipótesis planteada.

Capítulo III.- Presenta el diseño de la investigación, procesamiento y análisis de datos recolectados, aplicación de fórmulas para conocer la capacidad de atención del sistema, definición y empleo de variables lingüísticas.

Capítulo IV.- Detalla las conclusiones y recomendaciones resultantes de la investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Ubicación del Problema en un Contexto

Las filas son algo muy común en la vida, se las puede encontrar en todos los aspectos del día cotidiano, ya sea en el supermercado, en un banco, cuando se ingresa al transporte público, en un establecimiento de servicios, etc., este fenómeno surge a partir de los recursos compartidos a los que se accede para brindar servicio a una cantidad considerable de personas.

En países de habla hispana, la gran demanda de atención de salud es la principal causa de grandes filas. Ketelhohn (2013) afirma: “Las filas de espera son mayores hoy, porque la demanda de servicios médicos ha aumentado más rápidamente que la capacidad de atención de los sistemas de salud de la región” (p.19). Esto significa que la demanda de servicio va en aumento.

Todas las personas en algún momento pasan por un hospital, ya sea porque nacen, se enferman o por estar a punto de fallecer, lo que conlleva a la importancia que se debe dar a la salud, ya que dependiendo de la atención que se reciba por parte de una entidad pública o privada, se generan expectativas de salud o mortandad.

Una incorrecta atención por parte del personal médico y administrativo acarrea una mala impresión desde el instante en que se pone pie en un nosocomio, pues un paciente en un centro de salud es como el cliente para la empresa, toda vez que sin pacientes un hospital no tiene razón de ser. El comentario y las recomendaciones que dan los clientes son importantes e influyen en el crecimiento o la disminución de afluencia, ya que puede llevar al éxito o al fracaso.

Aunque desde el año 2000 se refleja un incremento en las inversiones gubernamentales destinadas al área de salud, lo que se evidencia en las cifras presentadas en el ámbito de la salud, que indican una asignación del 6.8% del presupuesto total del Estado (MSP, 2012) y que incluso, a pesar de que a partir del año 2013 las cifras superan los dos millones de dólares anuales, según datos detallados en la rendición de cuentas (MSP, 2015), no se ha logrado un nivel de atención óptimo, motivo por el cual, se da lugar a la búsqueda de diferentes métodos para brindar una atención de calidad y calidez.

La Constitución aprobada en el 2008, determina que la atención de salud es garantizada y un derecho para todos los ciudadanos. Dada esta circunstancia, la afluencia de pacientes, en su mayoría en hospitales públicos, ha ido creciendo y las largas filas de espera son consideradas “normales” durante toda la jornada.

Desde hace 5 años la atención de la salud en el sector público día a día va en aumento, así lo afirma el INEC (2012) en su página web: “El 64,6% de las personas que tuvieron algún problema de salud acudieron a un establecimiento público según la ENSANUT, realizada por el Ministerio de Salud Pública y el Instituto Nacional de Estadística y Censos” (p.1).

La mejora de atención el sistema hospitalario es apremiante. (INEC, 2017) refiere que en lo que va del año 2017, el 57,7% de la población no cuenta con un seguro de salud (bajo cobertura del MSP con previa autorización), el 29,1% está afiliada al IESS y el restante 13,2% posee algún seguro privado en clínicas privadas. Este último indica que ha ido incrementando anualmente debido a la poca calidad de atención en hospitales públicos o la saturación de las atenciones.

Situación Conflicto Nudos Críticos

El valor del tiempo es muy importante para todas las personas, comunidades o sociedades. El aprovechamiento del tiempo es uno de los ejes fundamentales a través del cual giran un sinnúmero de avances en los que se marca la diferencia entre la prosperidad o retraso de una nación. Un paciente cuando llega a un centro de salud, puede ser atendido de dos maneras:

La primera es por medio de emergencia, el paciente pasa por medio del sistema de triaje que consiste en la evaluación por parte del médico tratante y así poder asignarle una valoración dependiendo de la gravedad de la enfermedad, herida o lesión. Dependiendo de su asignación es atendido de inmediato o durante un periodo corto de tiempo.

La segunda forma es la de consulta externa, en la que el paciente solicita la atención especializada debido a la dolencia que padezca. Luego de la primera cita el médico puede indicarle al paciente si requiere otra visita subsecuente para controles. En consulta externa es donde se centra el mayor conflicto ya que es donde la mayoría de los pacientes son atendidos por este servicio.

El sistema de asignación de turnos no es realmente el verdadero problema, sino es la creciente demanda de atención en las áreas de consulta externa especializadas que los pacientes requieren, esto produce que el tiempo de espera sea considerablemente alto y luego de muchos intentos por conseguir una cita médica, provoca que las personas recurran a otras opciones para satisfacer sus necesidades.

A la mayoría de las personas les resulta un inconveniente tener que destinar unos minutos u horas, dependiendo del caso, de su valioso tiempo para hacer filas o colas y disponer de un momento que bien podría ser aprovechado en otra actividad. El tiempo es uno de los enemigos de la enfermedad, el paciente siente la ansiedad y en algunos casos la desesperación porque la enfermedad de no ser tratada de inmediato, corre el riesgo de evolucionar y extenderse.

Causas y Consecuencias del Problema

CUADRO No.1

Causas y Consecuencias del Problema

Causas	Consecuencias
Recurso humano limitado.	Largas filas en los hospitales para requerir la atención especializada.
Poca organización de personal administrativo de asignación de citas.	Excesivo tiempo de espera de los pacientes.
Bajo personal de médicos tratantes y especialistas.	Avance y evolución de la enfermedad.
Poca capacitación del personal.	Inconformidad y malestar por la atención.
Ausencia de calidad de la atención y tratamiento de la enfermedad.	Incremento de enfermedades y resistencia a los tratamientos.

Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Delimitación del Problema

La presente investigación realiza un análisis en una entidad hospitalaria del sector público, enfocada en técnicas que brinden una optimización de los tiempos de espera y mejorar el servicio a los pacientes que solicitan atención por consulta externa. Mediante el empleo de métodos matemáticos y de Inteligencia Artificial como es la teoría de Colas y la lógica difusa, y la combinación de ellas conlleva a la aplicación de colas difusas en el problema.

Formulación del Problema

¿Es factible reducir los tiempos de espera que asumen los pacientes de consulta externa en los hospitales, mediante el uso de colas difusas?

Evaluación del Problema

Delimitado.- Debido a la situación actual del crecimiento de demanda de atención médica especializada, los centros de salud no cuentan con un estudio viable para ofrecer una atención de calidad y al menor tiempo de espera que sea posible, por lo tanto a mayor sea la cantidad de pacientes que requieran de los servicios, mayor será la inestabilidad.

Claro, porque se enfoca en una metodología que evalúa cómo se desempeñan los tiempos de espera empleando colas difusas, se saca conclusiones de los resultados obtenidos para una mejora.

Evidente, porque se demuestra con los datos de manera precisa y clara, con resultados que permiten analizar y tomar decisiones para implementar un nuevo método de aplicación.

Relevante, porque aporta a la comunidad educativa por medio de nuevas metodologías, se requerirá resolverlo por medio de inteligencia artificial la cual es bastante significativa.

Factible, de manera que dependerá del grado de análisis del cual se registrará, se basará en el estudio de atenciones especializadas y se tomara en consideración el tiempo que tome para que los pacientes reciban una mejor atención.

Variable, debido a que se determina con exactitud la metodología que se va a emplear, por medio de colas difusas se reorganizará la forma en la cual se atiende al paciente desde el momento de su llegada, nivelando tiempo y recursos.

Objetivo General

Reducir el tiempo de espera mediante el uso de técnicas de teoría de colas y lógica difusa para agilizar el proceso de atención en consultas especializadas en los hospitales.

Objetivos Específicos

Identificar los factores que influyen en la formación de filas o colas en el área de consulta externa de los hospitales para optimizar los tiempos de espera.

Relacionar la teoría de colas y la lógica difusa para reestructurar el proceso actual de atención a los pacientes.

Aplicar un lenguaje de programación de libre acceso que se acople a la solución de la cola difusa.

Alcances del Problema

Contabilizar la capacidad de servicio y el número de pacientes que son atendidos por día en el área de consulta externa de un día con mayor afluencia de pacientes.

Por medio del uso de técnicas de simulación de Montecarlo que proporciona una solución aproximada con datos simulados y con variables aleatorias, se busca evaluar los resultados obtenidos.

Se realizó una revisión bibliográfica acerca de los fundamentos teóricos que permitan resumir las referencias y organizarlas de tal manera que permitan llegar a la solución mediante la aplicación de colas difusas.

Mediante la aplicación de un meta-análisis sistemático cuantitativo, el presente trabajo de investigación propone analizar estudios con diferentes valores de muestra para obtener un resultado que apunte a una sola dirección determinada.

Mediante el uso del lenguaje de programación Matlab se pretende obtener una gráfica de valores difusos que permitan tomar decisiones para llegar a la conclusión acorde al resultado.

Justificación e Importancia

Este trabajo de investigación tiene como principal objetivo el aportar una idea de cómo resolver el gran inconveniente que padecen los pacientes en relación al tiempo de atención por parte de los médicos tratantes. La propuesta sienta bases para poder aplicar los métodos en cualquier ámbito de la sociedad. El tiempo de espera y las colas son la realidad de hoy en día y es un dolor de cabeza para toda organización.

El resultado de la investigación busca beneficiar a las entidades que brindan servicios de salud y las personas que tengan bajo su responsabilidad la administración y coordinación de actividades relacionadas al tema, en especial, aquellos entes que tienen gran afluencia de público que busca ser atendidos en la salud, como es el área de consulta externa.

Otro de los principales beneficios de este proyecto es que la ciudadanía que busca atención en el área de consulta externa de los hospitales, sea atendida con agilidad, eficacia y eficiencia una vez se hayan aplicado las técnicas de teoría de colas y lógica difusa.

Así también, se busca descongestionar el área de espera, donde los pacientes aguardan por un cierto tiempo el turno para su atención, toda vez que el problema radica en que al no ser atendido oportunamente, se retira disconforme con la atención recibida, por lo que es indispensable solucionar dicho inconveniente.

La investigación proporciona pautas para aplicar colas difusas, no solo en los procesos de atención a pacientes de un área en específico, sino también a otros procesos que necesiten ser modificados para optimizar la capacidad de servicio de todo un sistema ya que los beneficiarios son los pacientes, pues son el centro de atención en cualquier entidad que brinde el servicio de salud.

Otros beneficiarios son el personal del nosocomio, desde los médicos tratantes y oncológicos hasta el personal de servicios, pues cumplen un papel importante como es el de velar por la salud mediante una buena labor en la atención al paciente.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de estudio

A medida que la ciencia y la tecnología evolucionan, los métodos y tratamientos deben ir avanzando a la par. Las superpotencias mundiales son las primeras en entregar siempre un beneficio para la sociedad, sus gobiernos invierten en todos sus ámbitos y la salud no es la excepción.

En China, la población sobrepasa el nivel promedio de muchas naciones, por lo que la capacidad de los hospitales no abastece la gran demanda de servicios médicos que el país tiene, por ello en el país asiático han optado por un recurso que involucra la ciencia, la informática, la medicina y la lógica difusa que es una de las ramas de la inteligencia artificial.

Por medio de la lógica difusa se pudo determinar la complejidad de cada caso y luego clasificar a los pacientes según su gravedad y poder trasladarlo dependiendo su evolución clínica (Zhou, y otros, 2016). A través de la lógica difusa se puede determinar también si un paciente requiere un servicio ambulatorio o de una atención urgente.

La implementación de la lógica difusa aumenta poco a poco, siendo utilizada como una mejora para el área tecnológica de la industria. En Latinoamérica la lógica difusa carece de investigación científica, de allí que aún no es muy utilizada en ámbito médico, existen pocos casos donde es utilizada en pacientes que necesitan atención ambulatoria, por esta razón se ha puesto en marcha la propuesta.

Según datos consultados, en Brasil, existe una propuesta para reducir el dolor en pacientes con dermatosis immunoampollosa utilizando como herramienta clave a la lógica difusa, lo que está siendo bien visto en toda la localidad. Los pacientes son tratados de acorde a la gravedad de su lesión y a la disponibilidad de tiempo y recursos del centro de salud (da Silva , dos Santos, & Serrao, 2016)

Fundamentación Teórica

Hospitales

Todos en algún momento requerimos de ayuda médica, dependemos siempre de atención para poder aliviar síntomas que afectan nuestra salud. Al hablar de hospitales, lo primero que se nos viene a la mente es un lugar donde se dan primeros auxilios a una persona para poder recuperarla de una enfermedad o de un accidente que haya sufrido. A estas personas que ocupan estos servicios se les denomina pacientes.

Un paciente es una persona que no puede valerse por sí misma para poder recuperarse de algún percance que afecte su salud. Los hospitales son un componente complejo de gran importancia para de atención de salud, donde se dispone de personal médico y otros profesionales así como instalaciones para el ingreso de pacientes. Todos estos juegan un papel muy importante en el extenso mundo de la medicina (Álvarez, José , Reich, & Luisa, 2016).

En dichos nosocomios se ofrecen distintos servicios, los cuales varían dependiendo del tratamiento y la enfermedad que se vaya a combatir, servicios como: transfusiones sanguíneas, hemodiálisis, tratamiento de cáncer y oncología, etc., Sin embargo, los hospitales deben brindar específicamente tres servicios básicos en su funcionamiento: el servicio de emergencia, el ingreso hospitalario y la consulta externa cuyos conceptos se detallan a continuación.

Servicio de Emergencia

Como su nombre lo indica, es una situación de vida o muerte por lo que el paciente requiere de atención médica inmediata. “La emergencia médica es una situación con riesgo inminente de muerte, su atención inmediata proporciona en muchos casos una solución definitiva al trastorno, en tanto que en otros pone al paciente en mejores condiciones para su posterior asistencia” Almanza y Marcelo (2006).

Cuando el paciente logra recuperar su estado y supera la emergencia, el médico decidirá si este podrá darse de alta ó pasar a observación para confirmar algún síntoma que no este controlado en su totalidad.

Servicio de Hospitalización

Ubicado en el segundo nivel de prioridad respecto a la atención hospitalaria. Un paciente hospitalizado requiere de constante observación ya que su organismo no puede valerse por sí mismo para su recuperación. En los últimos años ha ido creciendo la demanda de ingreso hospitalario tanto en el sector público como en el sector privado (INEC, 2016).

La calidad de la atención hospitalaria ha tenido un rápido crecimiento en los últimos años. Este campo de investigación surge hace aproximadamente 15 años y actualmente hay muchos proyectos de este tipo funcionando en todo el mundo. (Salas, 2013, p.71). Motivo por el cual se ha intentado la reducción de afluencia de pacientes con la creación de nuevos centros médicos con resultados normales, ni a favor ni en contra.

Servicio de Consulta Externa

Se encuentra en el nivel menos prioritario en la escala de atención de salud, sin embargo, no por estar ubicado en dicho nivel se le debe restar atención, ya que el servicio de consulta externa es de mucha importancia para la prevención de enfermedades y detención de la evolución de las mismas.

En el amplio mundo de la consulta externa, los diferentes tratamientos son de acuerdo a la situación del paciente. Por ejemplo, el área de la Piel, Sarcomas y partes blandas, dedicada exclusivamente a la parte externa del cuerpo humano, ayuda a prevenir enfermedades correspondientes a quemaduras, pigmentaciones anormales o manchas y erupciones.

Otra área es Urología, donde se trata exclusivamente el aparato urinario del paciente, otorgando ayuda en el tratamiento de infecciones, prevención de virus y extracción de muestras para análisis en laboratorio clínico.

La amplia gama del sistema de salud es un gran mundo donde la medicina es el arma principal para combatir a las enfermedades. La ética médica está presente siempre en el profesional de la salud la cual parte desde su juramento de prevalecer y atender al paciente dando todo de sí. Parte desde su base: el juramento Hipocrático. Hoy en día es poco común usarlo desde su forma original, sin embargo sirve de base para la creación de otros juramentos y reglas similares de las buenas prácticas (Friedrich, 2013).

El sistema de salud Ecuatoriano

En el Ecuador, los hospitales en los últimos tiempos han tenido grandes problemas relacionados la falta de abastecimiento de insumos médicos y conflictos ligados con la sobrepoblación de pacientes, específicamente en los establecimientos públicos que está a la vista de todos.

Durante los últimos 10 años, el Gobierno Nacional ha ganado terreno tratando de mitigar este problema, definiendo tres niveles de atención específicos e incorporándolos en la cartera de servicios de 403 centros y 5 hospitales especializados (Paredes, 2017, parr. 2).

Cada día la gran demanda de atención hospitalaria requiere que todos los establecimientos cuenten con tecnología de punta y esten listos para cualquier inconveniente, la salud de los ecuatorianos está garantizada como lo dice la constitución del Ecuador.

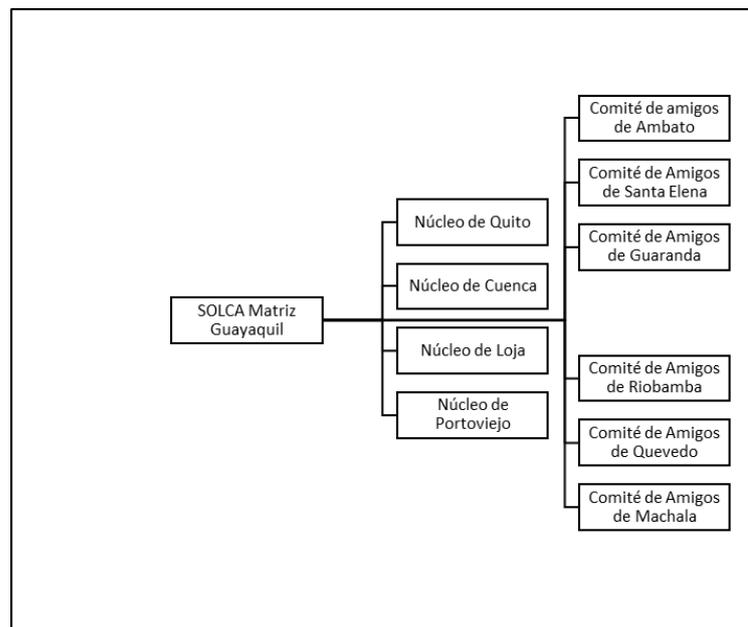
Art. 32, la salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir. (Constitución del Ecuador, 2008)

SOLCA

La Sociedad de Lucha contra el Cáncer del Ecuador SOLCA, es un hospital de atención enfocado al sector privado sin fines de lucro. Sus principales objetivos se centran en la constante lucha para la prevención, cuidado y tratamiento del cáncer en todos sus diferentes aspectos.

Gráfico No. 1

SOLCA Matriz Guayaquil y sus principales Núcleos



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: SOLCA

Análisis: Organigrama de SOLCA Matriz y sus principales Núcleos a nivel del Ecuador.

El hospital SOLCA es reconocida nacionalmente como uno de las principales instituciones que cuenta con áreas exclusivamente para tratamiento oncológico, podemos citar el área de Gastroenterología, que es una especialidad médica donde se trata todas las enfermedades que tengan que ver con el aparato digestivo. También podemos encontrar tecnología de punta como el departamento de Radioterapia, donde los radiólogos mediante una máquina destruyen las células cancerígenas del cuerpo.

Dentro de los departamentos que podemos encontrar citamos los siguientes:

- Quimioterapia
- Radiología
- Laboratorio Clínico
- Física Médica (Radioterapia)
- Quirófanos
- Unidad Pediátrica
- Medicina Nuclear
- Hospitalización Clínica
- Unidad de Trasplante de Médula Ósea
- Emergencia
- Consulta Externa

Dentro del área de Consulta externa encontramos varios departamentos de atención:

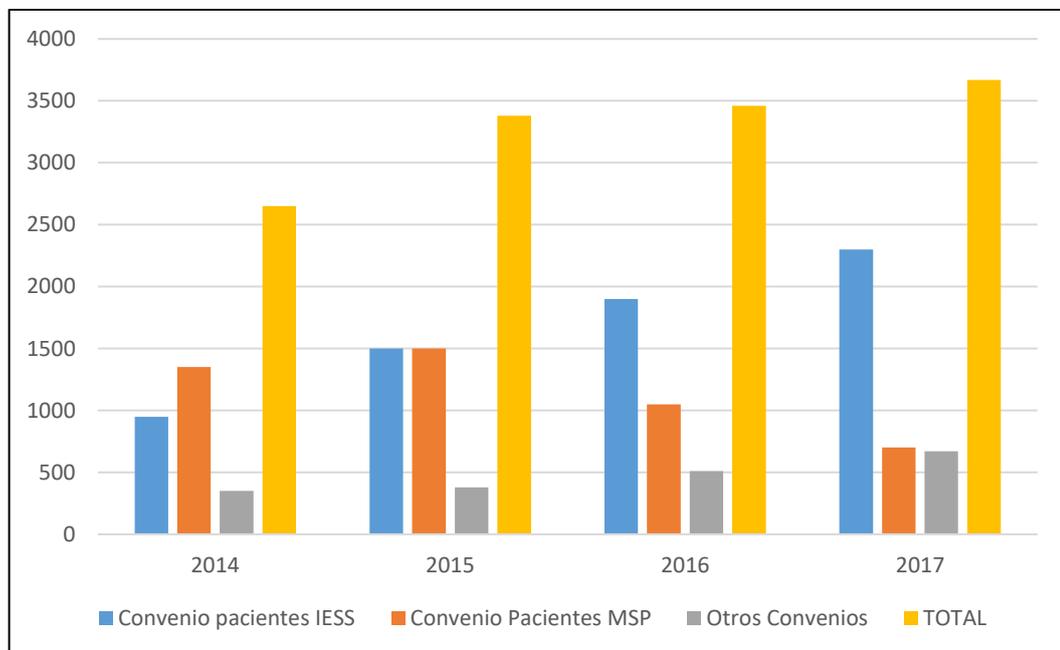
- Pre-admisión
- Terapia Respiratoria
- Hematología
- Urología
- Mastología
- Emergencia-Traje
- Pediatría
- Fisioterapia
- Cuidados Paliativos
- Clínica del Dolor
- Piel, Sarcomas y Partes Blandas

Atención al público

Son cientos de personas que acuden diariamente a este establecimiento de salud único enfocado en la lucha contra el cáncer, en su mayoría pacientes que recurren de convenios establecidos por la institución hacia varios tipos. Motivo por el cual su crecimiento poblacional en atención es muy considerable. Un promedio de 3200 pacientes son derivados a SOLCA y la tendencia sigue creciendo.

Gráfico No. 2

Afluencia de pacientes en los últimos años en SOLCA



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: SOLCA

Análisis: Mientras menor tendencia es atendida por pacientes de escasos recursos, mayor es la tasa de derivación de pacientes afiliados al IESS. Por otra parte hay pacientes que acceden a convenios específicos con los que el servicio debe ser cancelado pero con ciertos descuentos de acuerdo a la posibilidad económica de los familiares.

A partir del 2008, el estado ecuatoriano mediante decreto oficial, y reflejado en la Constitución, garantiza el derecho de la salud y como organo rector de la misma se designa a la Red pública integral de Salud conformada por: IESS, ISSFA, ISSPOL y MSP (Anónimo, 2016, parr. 9).

Basado en el análisis de la tendencia de llegada durante los últimos cuatro años, el hospital ha llegado a un punto en el cual se requiere la agilización de las esperas de turnos para atender las necesidades de los pacientes. Aguilar, Hernández y Flores (2007) afirman:

La satisfacción expresada, se deriva de la percepción que tienen los usuarios sobre la calidad de los servicios de salud y varía en función de factores que tienen su origen en los distintos elementos que intervienen en el proceso asistencial y en sus resultados: la organización, la infraestructura, las características de las consultas, de los profesionales y de los propios usuarios, entre los principales factores. (p.648)

Por lo cual el personal administrativo que está al frente de la atención y son la primera impresión que se llevara el paciente del hospital, debe reordenar la forma de atención para que se convierta en una prioridad para el establecimiento y empezar a construir un nuevo método de atención agilizada y de óptima calidad de recursos.

El empleo de las estadísticas para muchos establecimientos es una forma de llevar un control en todos los aspectos, tanto financieros, contables, administrativos, llegada y salida de control de vehículos, medicamentos, fuentes de ingresos y egresos, etc.

La estadística ofrece una infinidad de elementos como reportes gráficos y cuadros para ayudar a mejorar la comprensión de los informes a los funcionarios. “Hoy es una de las ciencias más útiles e influyentes en la mayoría de los campos del conocimiento, pues ofrece posibilidades cuasi infinitas de desarrollo y aplicación. En esa medida es una ciencia transversal” (Barreto, 2012, p.2).

Línea de espera

Una línea de espera es cuando dos o más individuos requieren de un servicio en el mismo momento. El primero accede al servicio y el segundo va a formar parte del conjunto que está esperando por dicho servicio. Carro y González (2012) dijo: “Se conoce como línea de espera a una hilera formada por uno o varios clientes que aguardan para recibir servicio” (p.1). Éstas se forman por una desestabilización temporal de la atención entre la demanda de un servicio y los usuarios.

Para una óptima atención y que los clientes salgan satisfechos, la línea de espera debe ser lo más rápido posible, es decir que el tiempo de espera no debe sobrepasar el nivel de tolerancia de quien requiere el servicio. Carro y González (2012) mencionan: “Los administradores desean que las filas de espera sean lo suficientemente cortas, de tal forma que los clientes no se sientan descontentos y se vayan sin comprar, o que compren y nunca regresen” (p.2).

Teoría de colas

El estudio de las colas es importante porque proporciona una base teórica de un tipo de servicio que podemos esperar de un determinado recurso, por tanto es muy útil del desarrollo de una herramienta que sea capaz de dar una respuesta sobre las características que tiene un determinado modelo de colas.

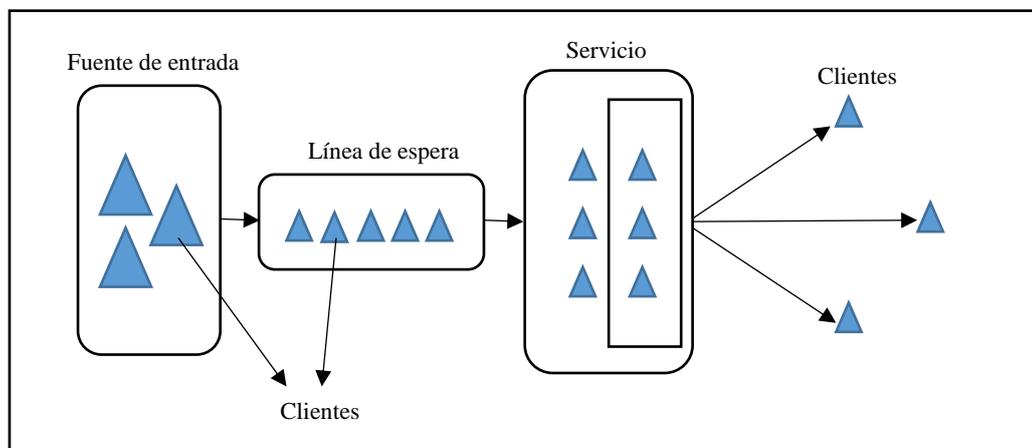
La teoría de colas es una herramienta matemática del comportamiento de las líneas de espera, se presenta cuando una entidad, en este caso los clientes, llegan a un determinado lugar demandando un servicio o atención a un servidor, solicitando cierta cantidad de atención.

Cuando este servidor no se encuentra disponible y el cliente decide esperar, es aquí cuando se forma la línea de espera. La teoría de colas (TC) permite analizar el problema de todo sistema de servicio, buscando algún equilibrio entre el costo del servicio y el costo de la espera. Pastor (2010) afirma lo siguiente:

La TC es una técnica matemática, probabilística que se ocupa del análisis de problemas caracterizados por un flujo de clientes (personas, maquinas, automóviles, etc.), hacia una o más “estaciones de servicio” (Bancos, mecánicos, estaciones de gasolina, etc.) con el propósito de estudiar este tipo de comportamiento, obteniendo información relevante tal como: el tiempo medio de espera de un cliente, el tiempo medio de ocio, la longitud promedio de clientes en la cola, la probabilidad de que haya n clientes en el sistema de colas, etc.

El matemático Erlang estudió la teoría de colas en el año de 1909. Él se preocupó de los problemas de congestión telefónica y el tráfico de las telecomunicaciones. También dirigió su atención a todos los análisis probabilísticos que se le presentaban en ese problema, motivo por el cual escribió un libro.

Gráfico No. 3
Proceso de Teoría de Colas



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la Investigación

Análisis: Se observa la línea de espera de los clientes en un establecimiento dado.

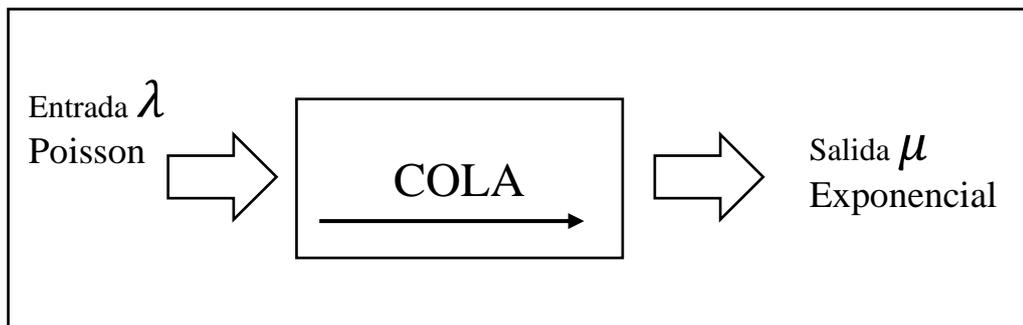
Estructura básica de un modelo de colas

Para poder analizar un modelado de colas, es necesario tener presente la siguiente estructura:

- Procesos básicos de colas
- Fuente de entrada
- Cola
- Disciplina de la cola
- Mecanismo de Servicio

Gráfico No. 4

Ejemplo de estructura básica de modelo de colas



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la Investigación

Análisis: La fuente de entrada λ se genera de acuerdo a un proceso Poisson, es decir el número de clientes que lleguen en un tiempo específico y la salida determinada por la distribución exponencial μ .

Se debe tomar en cuenta un proceso o un mecanismo para poder determinar que usuario será llamado de la cola y ser atendido, esto se lo conoce como disciplina de cola donde los modelos más utilizados son los siguientes:

FIFO (First In, First Out): Es un modelo en el cual se da el servicio al primer elemento que ha llegado a la cola, de forma que la cola se ordena conforme lleguen los usuarios.

LIFO (Last In, First Out): En este modelo, se le da la atención al último elemento que llegó a la cola y termina con el primero que se formó, de tal forma que se ordena a la inversa.

Las atenciones son definidas y contabilizadas mediante tasas de servicio y de llegada, donde podemos definir como:

Tasa de servicio μ : Es el número de entidades promedio que permiten ser atendido por un servidor en un determinado tiempo establecido.

Tasa de llegada λ : Es el número de entidades promedio donde ingresan a un sistema en un determinado tiempo establecido.

La tasa de servicio debe ser mayor que la de llegada, de lo contrario el sistema colapsa $\mu > \lambda$.

Distribuciones de Probabilidad

Las variaciones de todos los problemas de filas en espera son a causa de la forma aleatoria de llegada de clientes, en este caso de pacientes y de los cambios que se presenten en todos los tiempos que conlleva el servicio. Todas estas fuentes se describen mediante la distribución de probabilidad.

Distribución de Llegadas

Al hablar de un sistema de esperas, es importante comprender la manera que se tengan a los clientes mientras se presta el servicio. A menudo se obtiene por intermedio de la curvatura de distribución de Poisson, la cual indica la "x" cantidad de clientes lleguen en "y" periodo de tiempo.

Distribución de Poisson

Es una distribución de las más importantes de las variables discretas, esta nos permite determinar la probabilidad de que un suceso ocurra un número de veces K en un intervalo de tiempo, longitud, área, etc., Arroyo, Bravo, Llinás, & Muñoz (2014) dice: “La distribución de Poisson es una distribución de probabilidad discreta que expresa, a partir de una frecuencia de ocurrencia media λ , la probabilidad que ocurra un determinado número de eventos $k \in X$ durante un intervalo de tiempo dado o una región específica” (p.100).

Gráfico No. 5

Fórmula para calcular la distribución de Poisson

$$P(x = k) = \frac{\mu^k \cdot e^{-\mu}}{k!}$$

Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la Investigación

Análisis:

$P(x)$, es la probabilidad de x llegadas.

λ , es la cantidad promedio de llegada.

e , es Euler equivalente a 2.7182.

Distribución de tiempo de servicio

Carro y González (2012) afirman: “La distribución exponencial describe la probabilidad de que el tiempo de servicio del cliente en una instalación determinada no sea mayor que T periodos de tiempo” (p.7). Es decir, que una atención en un servicio no debe sobrepasarse a un determinado tiempo.

Gráfico No. 6
Fórmula modelo función Exponencial

$$P_{(n)} = \frac{(\lambda T)^n}{n!} e^{-\lambda T}$$

Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la Investigación

Análisis:

$P(n)$, es la probabilidad de x llegadas en T periodo de tiempo.

λ , es la cantidad promedio de llegada.

e , es Euler equivalente a 2.7182.

Notación de Kendall

Identificando la diversidad de colas que existen, Kendall Lee en 1953 indico una notación a fin de clasificar la amplia gama de modelos de colas que existen. La notación de Kendall como sigue: $A/B/K$, Donde A representa la distribución de probabilidad de llegadas, B indica la distribución probabilística en tiempo de servicio y K son la cantidad de canales. Caba, Chamorro, y Fontalvo (2013) afirma: “Las características de operación son medidas de lo bien que funciona el sistema. En la mayoría de las aplicaciones de líneas de espera, el estado estable es de primera importancia” (p.114).

Modelos de colas

Existen varios modelos de colas desarrollados por medio de simulaciones desde los más simples hasta los más complejos, para lo cual mencionamos los principales:

Modelo A (M/M/1)

De solo un servidor, este corresponde al modelo más sencillo de todas las simulaciones, donde la población de los clientes es infinita, los clientes se acercan con una tasa de llegadas λ , teniendo una distribución de servicio exponencial, que posea cola FIFO, la longitud y espera sea limitada. Navarrete y Quilli (2016) afirman que: “Los casos más comunes de problemas de colas incluyen la línea de espera de canal único o servidor único. En este caso los arribos crean una sola cola a ser servida por una sola estación” (p.52).

Modelo B (M/M/S)

Carro y González (2012) indican: “En el modelo de múltiples servidores, los clientes forman una sola fila y escogen entre s servidores aquel que esté disponible. El sistema de servicio tiene una sola fase” (p.12).

Esto quiere decir que un cliente escoge entre tantas estaciones de servicios la que este deshabilitada para poder ser atendido, el tiempo requerido de espera por ende va a ser corto y es utilizada para colas mucho mas extensas y complejas.

Modelo C (con fuente finita)

Este modelo conviene mas utilizar debido a que la cola tiene fin y por lo tanto abastece a la demanda de servicio. Carro y González (2012) refiere:

Consideremos ahora una situación en la que todas las suposiciones del modelo con un solo servidor son apropiadas, excepto una. En este caso, la población de clientes es finita, porque sólo existen N clientes potenciales. Si N es mayor que 30 clientes, resulta adecuado el modelo con un solo servidor, sobre la suposición de que la población de clientes sea infinita. (p.13)

Las formulas que a continuación se describen permiten calcular las características del sistema del servicio con fuente finita:

CUADRO No.2

Fórmulas básicas de la teoría de colas de Modelo C con fuente finita

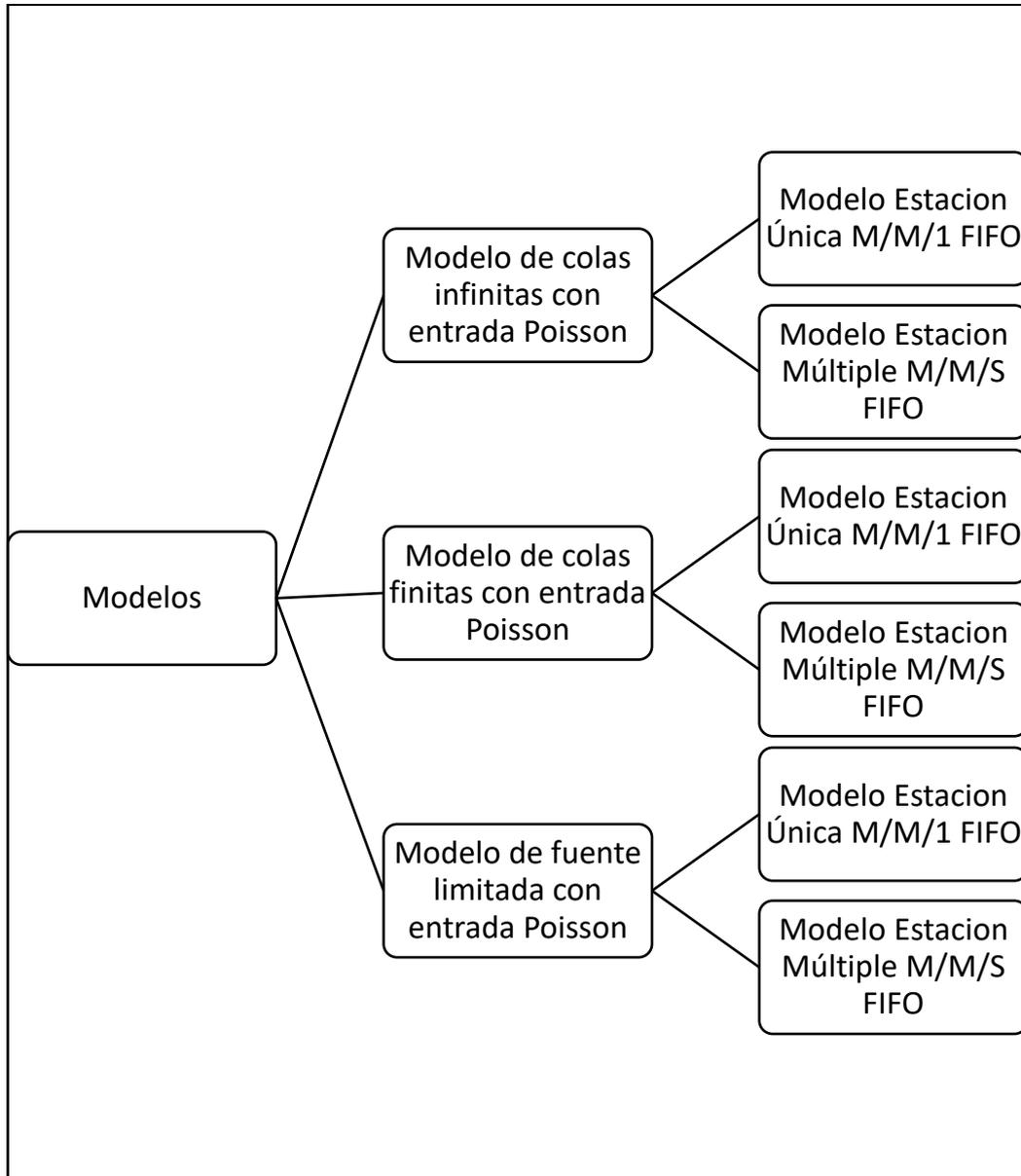
Causas	[M/M/1]:[FIFO]
Probabilidad de que el sistema este vacío	$\left[\sum_{n=0}^N \frac{N!}{(N-n)!} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right]^{-1}$
Utilización promedio del servidor	$p = 1 - P_0$
Número promedio en la fila de espera	$L_q = N - \frac{(\lambda + \mu)}{\lambda} (1 - P_0)$
Tiempo promedio de clientes en el sistema	$L = N - \frac{\mu}{\lambda} (1 - P_0)$
Tiempo promedio de espera en la línea	$W_q = L_q (N - L)\lambda ^{-1}$
Tiempo promedio transcurrido en el sistema	$W = L (N - L)\lambda ^{-1}$

Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Carro y González, Modelos de Línea de Espera, 2012, (p.14)

Gráfico No. 7

Modelos de colas para la resolución de problemas



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la Investigación

Análisis: Los diferentes modelos de colas en términos de Notación Extendida de Kendall. Estación (servidor) única y múltiple.

Lógica Difusa

A través del tiempo, la lógica ha venido tomando un papel importante en la vida cotidiana. Está presente en cualquier situación de la vida, ya sea para la toma de decisiones o para seguir un patrón definido.

Para poder comprender lo que es todo el tema, primero hay que definir lo que es la lógica. D'Negri y De Vito (2006) afirman: "La lógica (del griego logos: la razón, el principio que gobierna al universo): es un conjunto de reglas usadas para generar inferencias creíbles, (...). Es decir, una lógica dicotómica o binaria que admite dos posibilidades: verdadero o falso (...)" (p.128). La lógica no admite un tercer valor adicional ya que solo considera dos opciones.

Conjunto Difuso

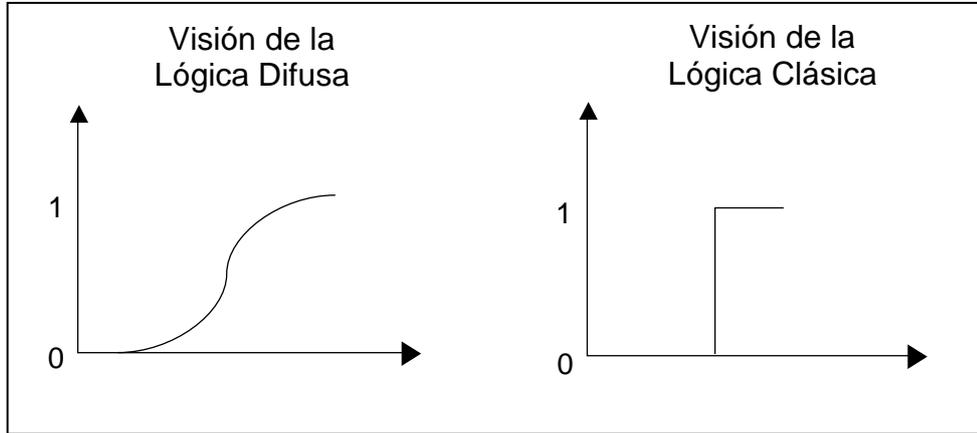
El conjunto difuso, llamado también conjunto borroso expuesta por el pionero de este método Zadeh en 1965, se define como función de pertenencia donde enlaza dos posibilidades del intervalo $[0,1]$. Flores y Pérez, (2016) define: "La función de pertenencia distingue un rango que puede ser un conjunto de números reales no negativos, convencionalmente formada entre 0 y 1 y de forma continua" (p.74).

Durante la década de los años 70, dentro de las principales aplicaciones de la lógica difusa es en el ámbito laboral, donde estas permiten automatizar las tareas y realizarlas más interactivas. González (2012) dice: "Los sistemas basados en lógica difusa son fáciles de diseñar, modificar y mantener. Pese a la pérdida de precisión, la reducción de tiempo de desarrollo y mantenimiento es muy relevante para su uso industrial" (p.10).

Un conjunto normal o clásico surge a partir de que el ser humano desea clasificar cosas, objetos, personas y cualquier otra cosa que tengan alguna similitud o diferencias.

Gráfico No. 9

Comparación entre lógica clásica y difusa



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Revista Investigación y Ciencia, 2016, pág. 73

Análisis: La visión de la lógica clásica frente a la lógica difusa.

Un conjunto clásico se podría contabilizar de varias formas: contabilizando los elementos pertenecientes a un mismo conjunto, especificando las funciones que contenga dicho grupo. Por ejemplo un conjunto de frutas en términos de función:

Gráfico No. 8

Ejemplo de conjunto clásico

$Manzana \in Frutas$	$Tomate \notin Frutas$
$P(x) \begin{cases} 1 \text{ si } x \in P \\ 0 \text{ si } x \notin P \end{cases}$	
$\emptyset(x) = 0, \forall x \in X$	Conjunto Vacío
$U(x) = 1, \forall x \in X$	Conjunto Universo

Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la Investigación

Análisis: Dado el conjunto Frutas, Manzana pertenece a Frutas pero Tomate no pertenece a frutas. Representaciones de conjuntos clásicos 1 si pertenece a P y 0 si no pertenece a P. Además de conjuntos vacíos y universos.

Un conjunto difuso es la agrupación de datos, objetos y entes que conforman características especiales entre sí.

La teoría de conjuntos difusos parte de la teoría clásica de conjuntos, añadiendo una función de pertenencia al conjunto μ generalmente definida como un número x entre 0 y 1 (el intervalo $[0,1]$), en lugar de la pertenencia clásica binaria definida en el conjunto $\{0,1\}$. (Esquivei, Felix y Bello, 2014, p.43)

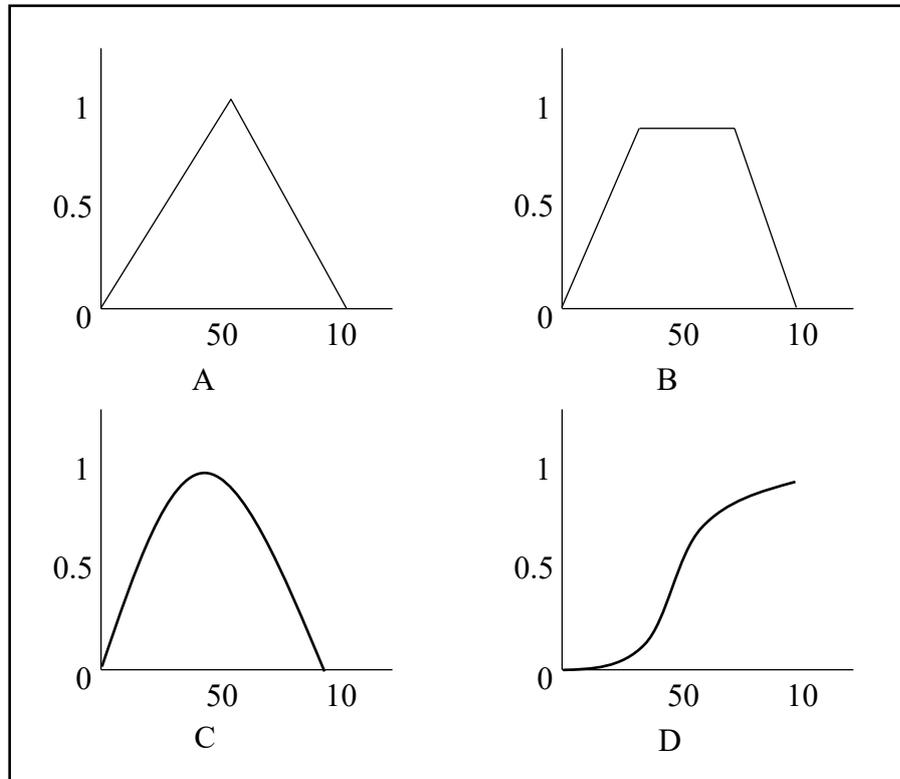
Es un modelado matemático que trata de resolver problemas a partir de una data base. Díaz, Aguilera y Guillen (2014) afirma: “La Lógica Difusa es un formalismo matemático que pretende emular la habilidad que tienen algunas personas para tomar decisiones correctas a partir de datos vagos o imprecisos y que están expresados lingüísticamente” (p.549).

Tenemos muchas formas de representar la función de los conjuntos difusos. Entre sus formas comúnmente usadas tanto por su simplicidad como por su manejabilidad. Entre las que podemos citar son: trapezoidal, triangular, gaussiana, gamma, etc.

También se tiene determinadas características aproximadas dada una función asociada a un conjunto: la primera determinada por el conocimiento científico humano de todos los expertos y la segunda de utilizar una base de datos para formar la función.

Gráfico No. 10

Diferentes gráficas de la función difusa



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Revista Investigación y Ciencia, Uso de conjuntos difusos para cuantificar el potencial de cuerpos académicos desde la conformación de redes científicas de colaboración, 2016, pag.73

Análisis: Formas de la función de conjuntos difusos: (A) Triangular, (B) Trapezoidal, (C) Gaussiana, (D) Sigmoidal.

Propiedades de conjuntos difusos

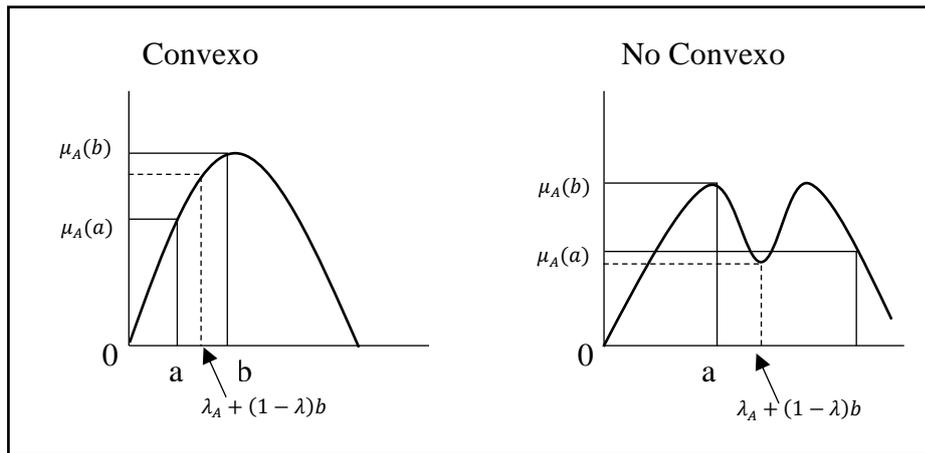
Convexo

De similitud con los conjuntos tradicionales, éstas poseen propiedades que las clasifican de diferentes formas. Un conjunto difuso utilizado para diversas prácticas de aplicaciones es convexo, es decir:

$$\forall x, y \in U; \forall \lambda \in [0,1]: \mu_A(\lambda x + (1 - \lambda)y) \geq \min(\mu_A(x), \mu_A(y))$$

Para aplicaciones en tiempo real, existen muchas formas de interpretar y de demostrar gráficamente un conjunto difuso convexo. Como ejemplo:

Gráfico No. 11
Propiedad Convexa de Lógica Difusa



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la Investigación

Análisis: Modelo gráfico de la propiedad convexa.

Núcleo

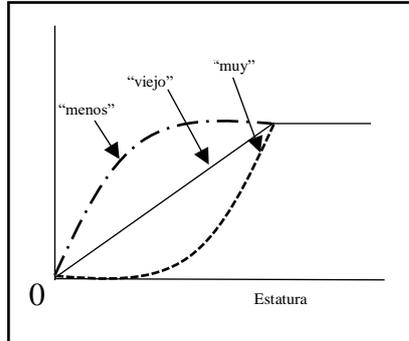
En esta propiedad se distingue el núcleo, donde todos los elementos pertenecen a un mismo conjunto. Tomando por ejemplo la talla de una persona, “alto” o “bajo” son las variables. Para alta el rango tomaríamos de [1,75; 2] y el soporte es [1,65; 2].

Cuantificador Difuso

Una propiedad que la podríamos definir como calificativa ya que le agrega un valor extra a la variable establecida. Retomando del ejemplo anterior, la variable “alta” se le agrega un cuantificador “muy” por lo tanto formaría un sentido diferente “muy alto”.

Gráfico No. 12

Propiedad de cuantificador difuso de Lógica Difusa



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la Investigación

Análisis: Modelo gráfico de la propiedad cuantificador difuso.

Cardinalidad

Dada la cardinalidad escalar $|A|$ de un conjunto A.

$$|A| = \sum_{x \in U} \mu_A(x)$$

Define la cardinalidad difusa, que por ende es un número difuso. Se define $|A|$ para destacar que se recorre todos los elementos del conjunto.

Medidas de difusidad

Habrán conjuntos que posean más o menos difusidad, en otras palabras un poco más o menos definidos. Esto dependerá de la aplicación a la que quiera introducirse.

Operaciones con conjuntos difusos

Al igual que los conjuntos tradicionales, éstos también poseen operaciones básicas que permiten aplicar de manera más óptima la función.

CUADRO No.3

Unión, Intersección y complementos en operaciones con conjuntos difusos

N_T	N_S	N_C
$\min(a,b)$	$\max(a,b)$	$1-a$
$a*b$	$a+b-a*b$	
$\max(a+b-1, 0)$	$\min(a+b, 1)$	
a , si $b=1$ b , si $a=1$ 0 si no	a , si $b=0$ b , si $a=0$ 1 si no	

Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Libro Fundamentos de Matemática Difusa, David Reina, 2008, pág. 36

Método Delphi

El método Delphi es un esquema estructurado que permite tratar de resolver un problema complejo realizando un proceso de comunicación grupal. Cabero (2014) lo define como las diferentes estrategias de investigación que existen para poder encontrar preguntas y problemas del tema investigado, contando las variables críticas y validación de instrumentos de recolección de información.

Se basa de la opinión dada por los un conjunto de expertos donde tiene la capacidad de predecir datos. García y Suárez (2013) aseguran: "Desarrollado con el propósito de utilizar la experticia para predecir o pronosticar como se comportaría un fenómeno en el futuro, (...)" (p.256).

Características del Método Delphi

Esta forma de recolección de datos es importante para el desarrollo de problemas. Steurer (2011) nos dice: "El método Delphi consiste en "una serie de procesos de grupo, cada uno de los cuales se opinión de expertos y llegar a una respuesta de grupo" (p.959). Por ende se clasifica en diversas características que lo distinguen:

Anonimato: Cuando se implemente el método Delphi, ninguno de los participantes no puede conocer las respuestas del resto, ni tampoco saber quiénes son los otros expertos del tema.

Iteración y realimentación bajo control: Este punto consiste en presentar varias veces el cuestionario con el fin de que los expertos emitan sus opiniones y tengan la oportunidad de poder modificarlos.

Respuesta del grupo en forma de estadística: Esta información que se le enseña a los expertos es el punto de vista de todos y se presenta las opiniones determinando el nivel de aceptación.

Heterogéneo: Participan expertos de un determinado tema específico.

Fases del método Delphi

Objetivos: Es en esta fase donde se determina la formulación de un problema y se determina el objetivo general que refiere al marco de estudio.

Selección de expertos: Dada por dos dimensiones

- **Cualitativo:** Escogidos en función al tema a tratarse y de la forma de resolver el problema.
- **Cuantitativo:** Determinado por el tamaño de la muestra analizando las variables tiempo y recurso.

Cuestionarios: Se realizan para que su fin sea facilitar las respuestas de los que son encuestados. Al final se ponderará las respuestas para su posterior análisis.

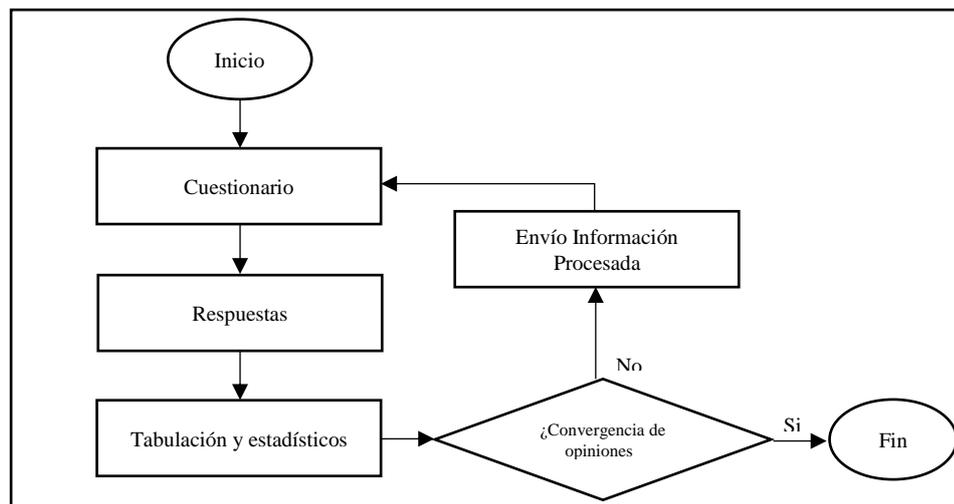
Resultados: Se presentan la ponderación y se les informa a los encuestados con el fin de llegar a una media consensuada. Se puede realizar varios envíos de cuestionarios a fin de llegar a una opinión común.

Como todo método tiene sus ventajas y desventajas. Entre sus principales destacados esta que el análisis se realiza a profundidad y con conclusiones al punto de que satisfaga los requerimientos, también crea cierto nivel de optimización a la hora de pedir una opinión por parte de los expertos.

Por otra parte Nugraha, Brown y Sasongko (2015) afirman: “Hay ciertos problemas con el uso de Delphi. Hay menos control sobre el período desde asegurar el horario de trabajo de los responsables de la formulación de políticas y de reuniones” (p.49).

Gráfico No. 13

Simulación en tiempo de ejecución



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Olbrich, Pöppelbuß, & Niehaves, 2012

Análisis: Detalle de simulaciones en tiempo de ejecución.

Simulación

La simulación dependiendo del contexto en el que se trate, puede tratarse de la simple imitación de ciertas acciones o ser una serie de acciones que buscan llegar a comprender el comportamiento a través del tiempo de sistemas de cualquier índole. Tal Como lo indica Maisel y Gnugnoli (1993) "Simulación es una técnica numérica para realizar experimentos en una computadora digital. Estos experimentos involucra ciertos tipos de modelos matemáticos y lógicos que describen el comportamiento de sistemas de negocios, económicos, sociales, biológicos, físicos o químicos a través del tiempo" (p.1).

Etapas de la Simulación

Para llevar a cabo una simulación, es necesario contar con varios requisitos indispensables que son:

Definición del sistema. Consiste en determinar un análisis previo con el fin de determinar cómo interactúa el sistema, sus relaciones con los mismos, sus fuentes de efectividad y lo que se espera del mismo.

Modelado del sistema. Concluido el análisis, el siguiente paso es definir un modelo del cual se esperará los resultados, es decir identificar sus variables, construir una relación lógica y algunos diagramas de flujo que conlleven a la realización de la simulación.

Colección de datos. En esta etapa se obtiene los datos necesarios para obtener un resultado específico, la exactitud que arroje los resultados dependerá mucho de la procedencia de los datos. La información se la puede obtener de registros propios de la entidad, de opiniones de los expertos y en el último de los caso, por experimentación.

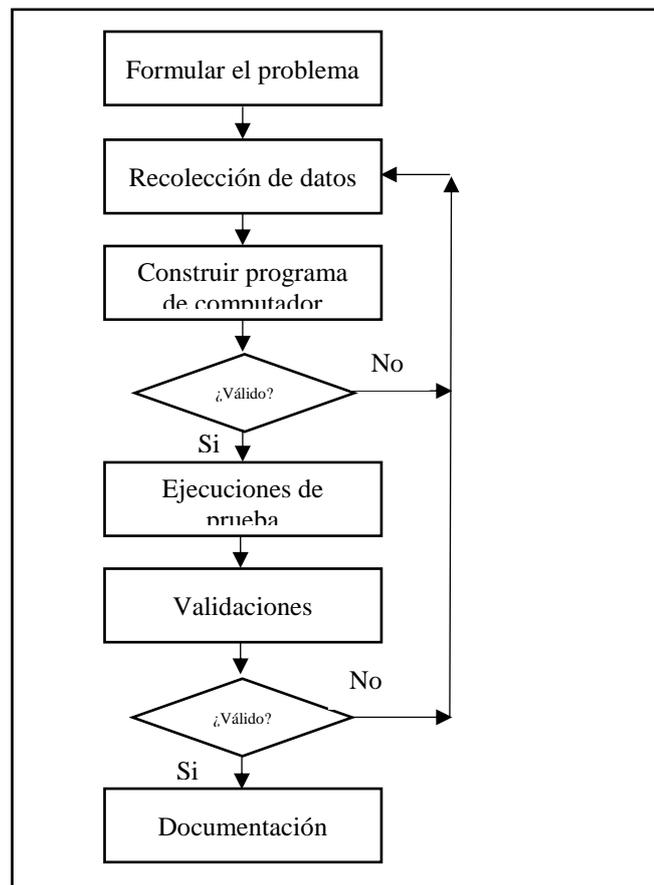
Implementación del modelo. Aquí se aplica el modelo y se decide el lugar donde se procederá a simular. Escogiendo una herramienta de programación que obtenga los resultados.

Validación. En esta etapa se puede identificar posibles deficiencias en cuanto a la formulación de los datos o de la alimentación al modelo.

Experimentación. Aquí ya se procede a simular y se generan los datos deseados realizando el análisis de los índices requeridos.

Documentación. Los resultados obtenidos se los informará mediante un reporte para su utilización en cualquier toma de decisión.

Gráfico No. 14
Método Delphi en tiempo de ejecución



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la Investigación

Análisis: Método Delphi en tiempo de ejecución.

Simulación de Monte Carlo

Para el simulacro de conteo rápido de atención, se utilizara el método de Monte Carlo. Para Segura, Salamanca y Munevar (2016) “El método de Monte Carlo es una herramienta matemática utilizada para encontrar soluciones a problemas matemáticos, físicos y de ingeniería, a través de la generación de variables aleatorias” (p.5).

Von Neumann matemático húngaro-estadounidense, aplicó este método en los años 40 en las primeras computadoras para la solución de problemas complejos que no se podían realizarlos de forma analítica.

El nombre hace honor a un juego de casino ubicado en la ciudad de Monte Carlo, Principado de Mónaco. La ruleta, uno de los juegos estrellas de los casinos, se permite obtener números aleatoriamente para poder simular y determinar variables.

CUADRO No. 4
Cálculo de Simulación Monte Carlo

Precisión	Simulación
Área de Calculo	$S = A \frac{N'}{N}$
Probabilidad de que un punto caiga en la superficie	$\rho = \frac{N'}{N}$
Probabilidad N' éxitos de N	$\left(\frac{N'}{N}\right) p^{N'} \cdot q^{N-N'}$

Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Rodríguez-Aragón, 2011, pág. 8

Matlab

Matlab es un lenguaje de alto nivel y un potente entorno de programación de cálculo técnico. Surgió principalmente para realizar cálculos matemáticos de operaciones. Miranda (2015) afirma “El usuario de Matlab suele ser una persona que necesita algo más que una calculadora pero que no quiere mancharse las manos con un lenguaje de programación” por ello, es una herramienta que brinda ayuda en la demostración de la metodología.

Entre las ventajas principales de Matlab es que utiliza familia de comandos llamadas toolboxes que permiten aplicar la teoría que se expone. Los toolboxes son archivos M que hace expansible el ambiente del programa. Se puede utilizar para varios datos citando algunos: procesamiento de señales, redes, colas difusas, etc.

Otra ventaja importante es su crecimiento y su capacidad de renovar nuevos aportes. En Matlab, el usuario puede convertirse en el autor que contribuya en el desarrollo de algún método nuevo para la aplicación.

Características de Matlab:

Se puede escribir el programa en un lenguaje matemático y ser interpretado fácilmente por la máquina.

Se implementa matrices como elementos básicos del lenguaje. Así se reduce gran parte de código.

Implementación de matemática compleja.

Órdenes específicas agrupadas en toolboxes.

Posibilidad de crecer y funcionar el lenguaje adaptado a las especificaciones del usuario.

Gráfico No. 15
Introducción de valores en Matlab

Si se desea introducir la siguiente matriz:

$$A = \begin{bmatrix} 16 & 3 & 2 \\ 5 & 10 & 11 \\ 9 & 7 & 6 \end{bmatrix}$$

Respuesta. En tecleo de la línea de comando:

```
>>A = [16 3 2; 5 10 11; 9 6 7; 4 15 14]
```

Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Ricardo Miranda, 2015

Análisis: Ejemplo de codificación y entrada de datos en Matlab.

Resumen de análisis bibliométrico documental

CUADRO No. 5

Tabla resumen de bibliografías consultadas

Tipo	Últimos 5 años	Años Anteriores
Libros y Monografías	1	2
Tesis de Grado	6	1
Tesis de Maestría	-	-
Artículos en Revistas referenciadas en Web of Science, SCOPUS	14	5
Memorias de eventos	-	-
Artículos publicados en la web	5	-
Reportes técnicos y conferencias	-	-
Entrevistas personales	-	-

Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la Investigación

Fundamentación Legal

El presente trabajo de investigación se fundamenta en:

El estado ecuatoriano garantiza el derecho a la salud como lo indica la Constitución del Ecuador, en donde afirma:

Art. 32. La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir. (p.17)

La asociación médica mundial (1948) nos dice que una vez obtenida la profesión médica, el profesional se compromete bajo juramento velar por la salud del paciente en todo momento y ejercer la profesión de manera digna y honrada, dando a entender que de esta manera se pueda confiar en sus servicios para servir a la comunidad.

Hipótesis o Pregunta científica a contestarse

¿Se obtendrán los resultados esperados del análisis del método de colas difusas?
¿Es posible reducir los tiempos de espera de consulta externa en los hospitales, mediante el uso de colas difusas?

Operacionalización de las variables dependientes e independientes

CUADRO No. 7

Matriz de operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas y/o Instrumentos
V. I. Reducción del tiempo de espera a pacientes de Consulta Externa	Reducción: área de pacientes de consulta externa	Tiempos de espera Flujo de pacientes en el área de consulta externa	Método Delphi Simulación de Montecarlo
V.D. Método de Colas Difusas	Calidad de Atención a pacientes de consulta externa	Metodología Manejo de Teoría de Colas, Manejo de conjunto difusos y lógica difusa	Bibliografía especializada, consulta a expertos, referencias bibliográficas sobre el método.

Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la Investigación

CAPITULO III

Diseño de la Investigación

Modalidad de la Investigación

La investigación se aplica a modalidad bibliográfica porque se realiza de modo sistemático la obtención del resultado. Determinando el conocimiento existente de un área en particular se encuentran las conclusiones. Esta se da aplicando técnicas tales como analizar la bibliografía de las fuentes investigadas, el meta-análisis a las diferentes bases de información que se utilice y el desarrollo del documento científico que es donde se muestran los resultados y a la vez dicho documento sirva de fuente de ayuda para futuros investigadores.

Tipo de Investigación

El tipo de investigación aplicada al desarrollo del proyecto es la exploratoria, ya que brinda una visión general y así permite encontrar datos aproximados respecto a una realidad determinada.

Grajales (2000) nos dice: “La investigación experimental consiste en la manipulación de una o más variables experimentales no comprobadas, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular” (p.1). La revisión y análisis de diversas fuentes científicas conlleva a comprobar el por qué se llega a dichas conclusiones y del por qué se obtiene una respuesta en particular.

El tema de colas difusas, no es muy estudiado y por ende poco conocido en el ámbito de la salud, las fuentes de estudio que guardan relación al tema han aplicado diversos modelos matemáticos y de selección tales como simulación, teoría de colas y triaje, sin embargo hasta el cierre de la revisión bibliográfica no se evidenciaba casos donde existiera la aplicación de colas difusas específicamente, para la reducción de los tiempos de espera, ya que la mayoría de veces se aplican los modelos por separado.

Morales (2010) indica que dado que se carece de información suficiente y de conocimiento previos del objeto de estudio, este resulta ser lógico que la formulación inicial del problema sea imprecisa y que no se obtenga al primer análisis el resultado esperado. Por lo tanto la investigación exploratoria debe pasar por diferentes métodos y varias pruebas antes de su conclusión.

Métodos de investigación que se van a emplear

Método Teórico

Dentro del marco teórico de la investigación, se encuentra el método lógico, que consiste en realizar un estudio a profundidad del fenómeno en forma histórica. Se busca la esencia del objeto, el por qué se da esta circunstancia, se explica paso a paso su desarrollo permitiendo resaltar y unir un conjunto de objetos de investigación con su desenlace histórico.

Método Empírico

Como principal herramienta para el estudio se utiliza el modelo de encuesta, la cual proporciona datos directos sobre las necesidades más relevantes de los encuestados. Una encuesta brinda un conocimiento macro de la opinión de una o varias personas que manifiesten cierta inquietud del fenómeno estudiado. A través de un formulario de preguntas se puede llegar a una conclusión con los datos recolectados.

Instrumentos de recolección de Datos

Para el presente proyecto, se realizó una encuesta a expertos basada en el método Delphi en el área de investigación de operaciones con el fin de recopilar información sobre que la importancia de la aplicación de la cola difusa como solución a la problemática planteada.

Se realizó una serie de procesos de estudio en forma anónima donde se puso a conocer la opinión de cada uno de los expertos respecto a la posible solución. Se seleccionó a los expertos de acuerdo a su dimensión cuantitativa, es decir tomando en cuenta su tiempo y sus recursos.

Para esto, se aplicó un cuestionario a modo de escala psicométrica Likert con el fin de facilitar la respuesta de las preguntas por parte de los expertos y comprender las actitudes y opiniones respecto al tema. Al final se ponderó los resultados para su posterior análisis.

Como técnica de recolección de información se utilizó el método de registro de observación en un hospital de la ciudad de Guayaquil (SOLCA), la que consiste en la percepción de comportamiento de una persona realizada por el observador siguiendo un orden sistemático. Entre las principales fases del proceso están: la delimitación del problema, el registro de los datos, la optimización de los mismos, el análisis y la respectiva interpretación de los resultados.

La unidad de análisis es el evento de comportamiento de las personas observadas, se aplicó el análisis de interacciones en el cual se procede a evaluar una secuencia de dos o más personas y sus conductas observadas y por último se estableció unidad temporal de las ocurrencias de que el evento se cumpla.

Se realizó un conteo rápido de las personas que pasaban por medio del servicio de consulta externa y se les asignaba una cita dentro de un periodo determinado de espera, los resultados que se obtuvieron son variados y en su mayoría los tiempos de espera son extremadamente largos.

Procedimientos de la Investigación

El problema:

Planteamiento del problema

Interrogantes de la investigación

Objetivos de la investigación

Alcances de la investigación

Justificación o importancia de la investigación

Marco teórico:

Fundamentación teórica

Fundamentación legal

Preguntas a contestarse

Tabla resumen de citas de artículos científicos para la investigación

Metodología:

Diseño de Investigación (Tipo de Investigación)

Instrumentos de recolección de datos

Operacionalización de variables, dimensiones e indicadores

Procedimiento de la Investigación

Recolección de la Información:

Se utilizará técnicas basadas en encuestas para obtener la opinión de los expertos para la recolección de información y se aplicara el método Delphi para la tabulación de los resultados obtenidos.

Procesamiento y Análisis

Se implementó un modelo de encuesta basada a expertos con la finalidad de recopilar información acerca de cómo el método ayudaría con la resolución del problema.

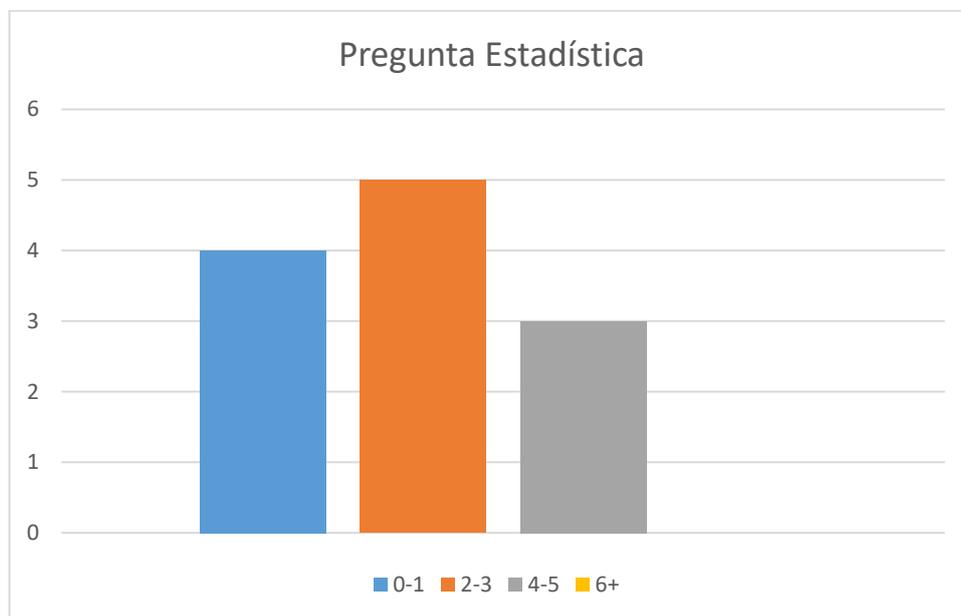
Pregunta estadística

Años de experiencia con relación a la investigación de operaciones.

Años de Experiencia					
Válidos	0-1	2-3	4-5	6+	Total
	4	5	3	0	12

Gráfico No. 16

Análisis de la pregunta estadística de la encuesta



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: Los investigadores fueron evaluados de acuerdo a sus años de experiencia en la práctica de la lógica difusa. La mayoría de sus participantes tienen una media de 2 a 3 años en el estudio del tema y su implementación.

Conocimiento y competencia del experto

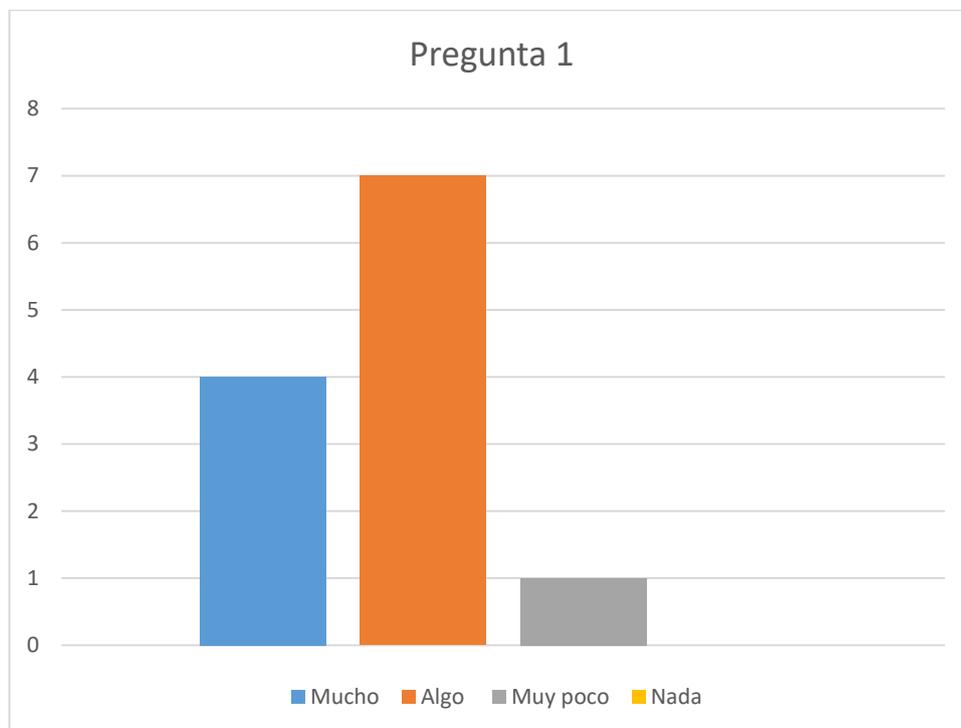
Pregunta 1

¿Conoce usted sobre el proceso de teoría de colas?

Válidos	Mucho	Algo	Muy poco	Nada	Total
	4	7	1	0	12

Gráfico No. 17

Análisis de la pregunta No. 1 de la encuesta a expertos



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: Los investigadores en su mayoría tienen algo de conocimiento sobre la teoría de colas, sin embargo hay un ligero porcentaje de que conozcan el método. Ninguno desconoce del tema y es muy importante ya que los expertos deben tener claro su área investigativa.

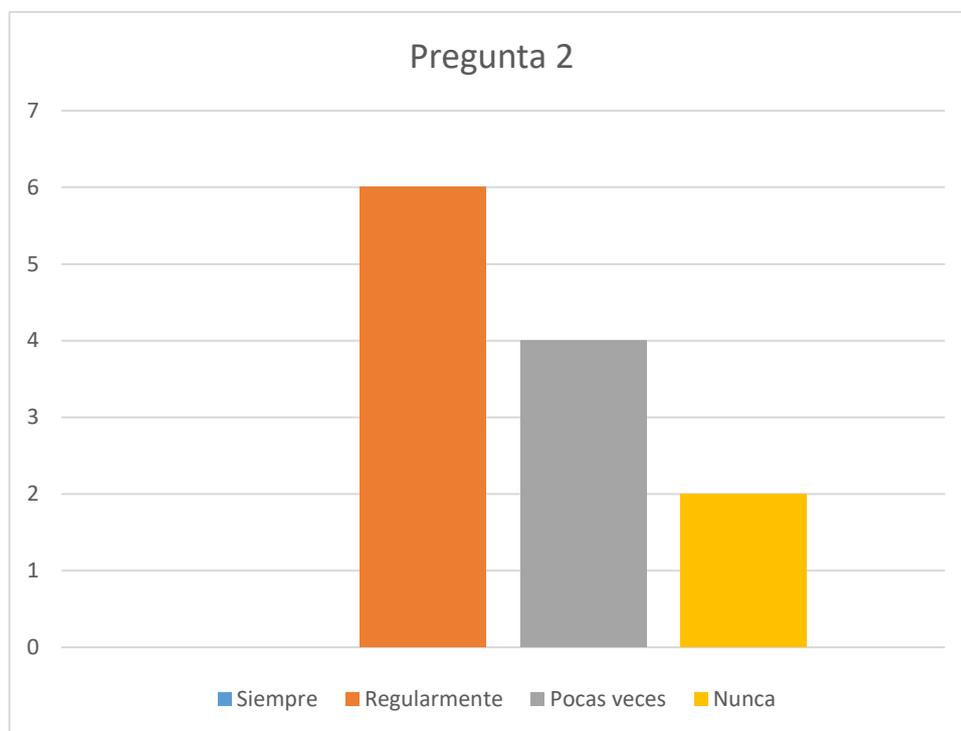
Pregunta 2

En su experiencia personal, ¿Ha utilizado teoría de colas?

Válidos	Siempre	Regularmente	Pocas veces	Nunca	Total
	0	6	4	2	12

Gráfico No. 18

Análisis de la pregunta No. 2 de la encuesta a expertos



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: Los expertos concuerdan que alguna vez han utilizado la teoría de colas, ya sea en sus procesos de formación académica, o en proyectos de maestría y post-grado. Pero a su vez, hay un cierto grado de la población que no ha aplicado los conocimientos adquiridos en algún aporte u obra que contribuya al fortalecimiento de este estudio.

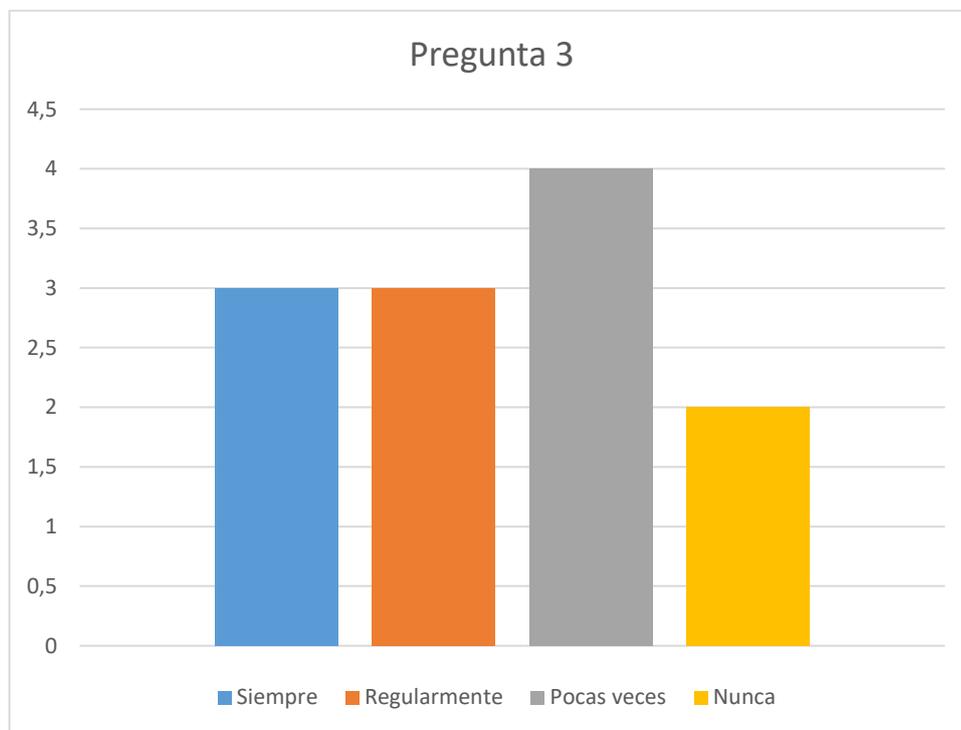
Pregunta 3

En su experiencia laboral, ¿Se han aplicado modelos de colas para medir los tiempos de espera de los clientes?

Válidos	Siempre	Regularmente	Pocas veces	Nunca	Total
	3	3	4	2	12

Gráfico No. 19

Análisis de la pregunta No. 3 de la encuesta a expertos



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: Los expertos no concluyen en una decisión que determine una inclinación hacia alguna determinada respuesta. Sin embargo, la mitad de los encuestados afirman que entre regularmente y siempre se ha aplicado el modelo de colas para los tiempos de espera.

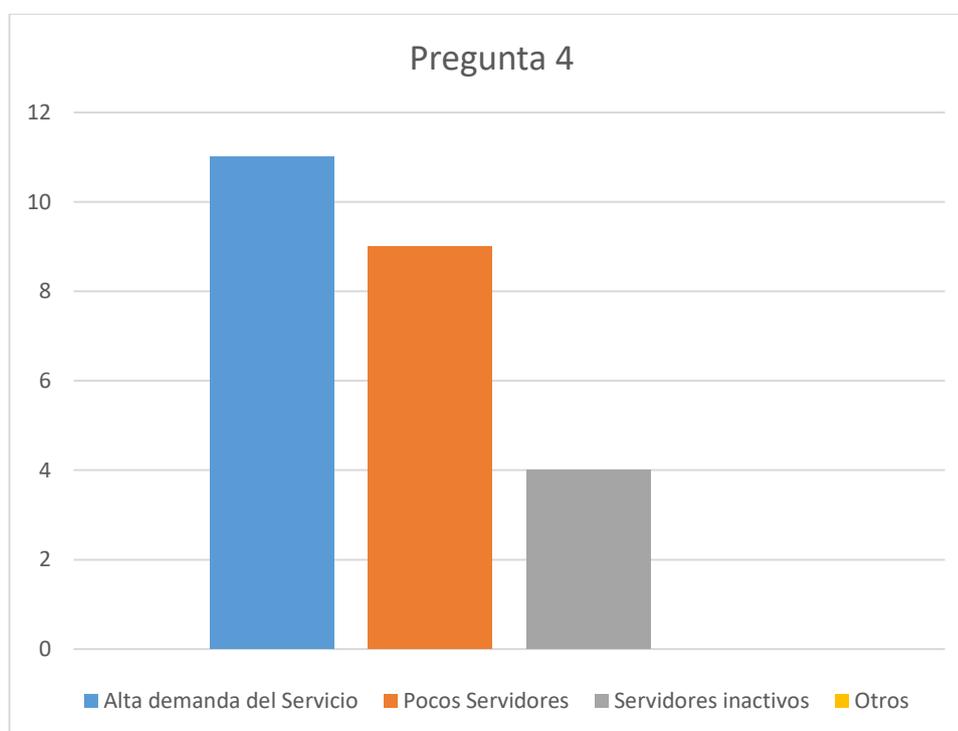
Pregunta 4

Según su criterio. ¿Cuáles son los principales problemas que se presentan durante la atención al público? (Varias opciones a escoger)

Válidos	Alta demanda del Servicio	Pocos Servidores	Servidores inactivos	Otros	Total
	11	9	4	0	24

Gráfico No. 20

Análisis de la pregunta No. 4 de la encuesta a expertos



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: Esta es una respuesta abierta en la que se podía contestar más causas de las que están mencionadas en la pregunta. Los expertos concuerdan que en su gran mayoría debe tener consecuencia por la alta demanda del servicio, seguido por los pocos servidores que posea la atención al público.

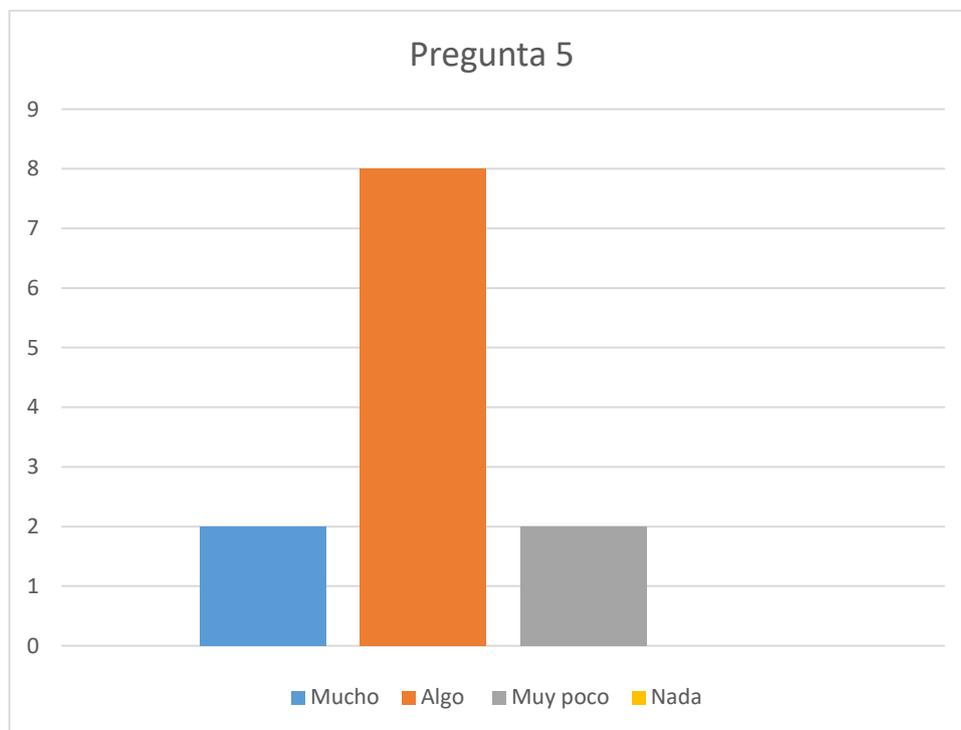
Pregunta 5

¿Conoce usted sobre el uso de la lógica difusa como herramienta para conocer la incertidumbre de los procesos cognitivos de las personas?

Válidos	Mucho	Algo	Muy poco	Nada	Total
	2	8	2	0	12

Gráfico No. 21

Análisis de la pregunta No. 5 de la encuesta a expertos



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: Los expertos conocen algo de la lógica difusa implementada en los procesos cognitivos de las personas. De lo estudiado tienen poca investigación de este fenómeno que está comenzando a tomar buen papel dentro del marco de la investigación de operaciones.

Valoración del dominio del tema

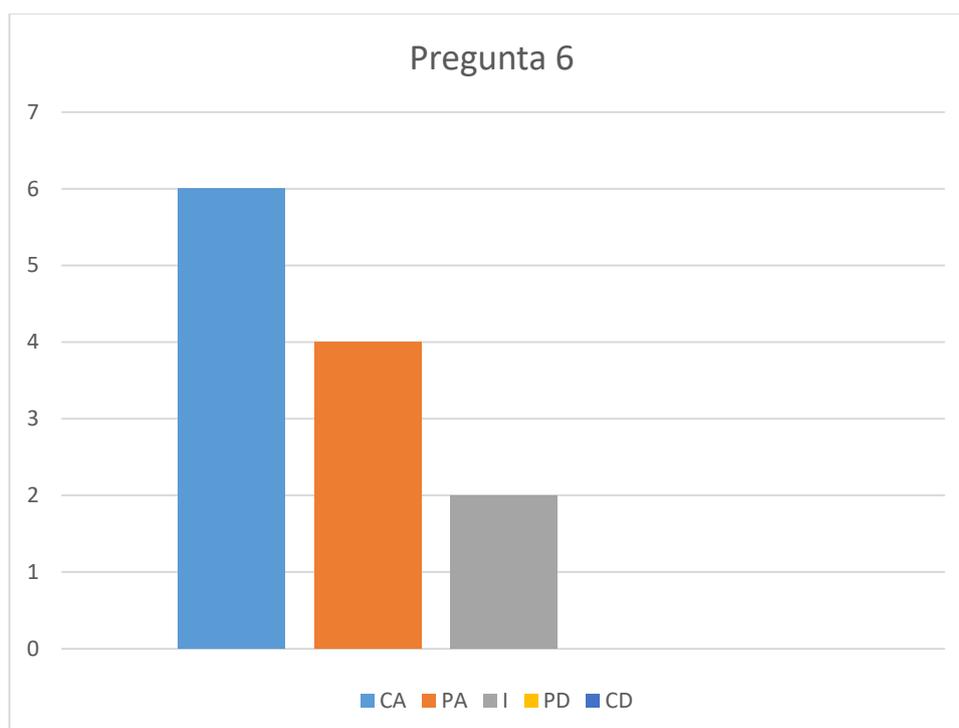
Pregunta 6

¿El tema de no asumir/reconocer la existencia de problemas en procesos de colas, puede afectar de alguna manera a las instituciones/empresas?

Válidos	CA	PA	I	PD	CD	Total
	6	4	2	0	0	12

Gráfico No. 22

Análisis de la pregunta No. 6 de la encuesta a expertos



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: Los expertos concluyen en que si tiene mucho que ver que la mayoría de los problemas en procesos de colas afecta a las instituciones o empresas.

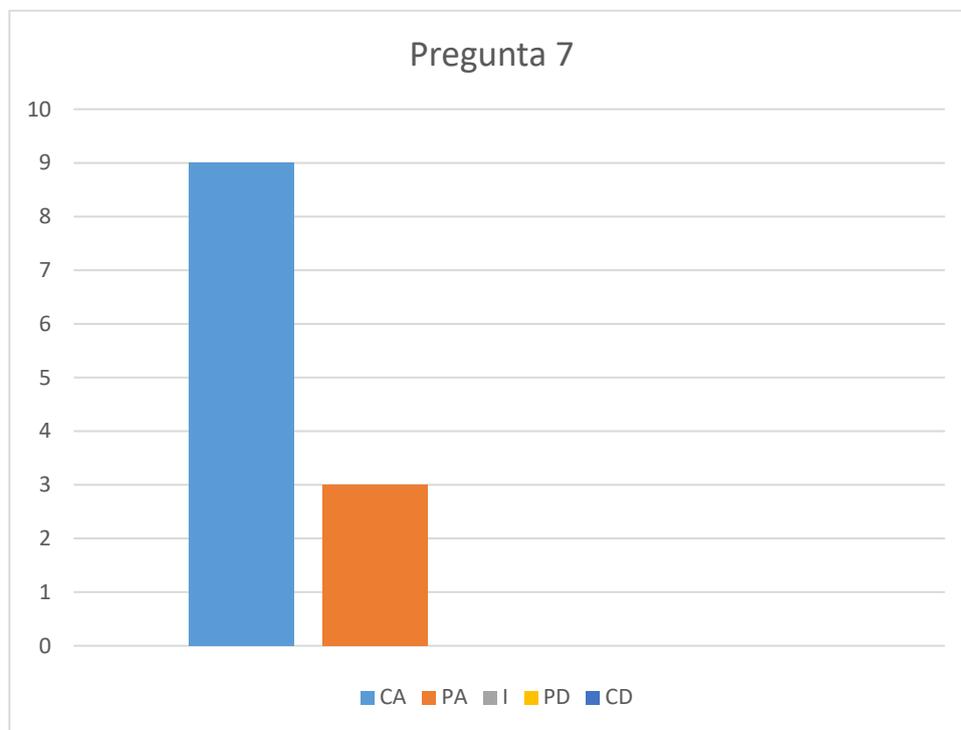
Pregunta 7

Cuando existe retraso en los procesos de atención, ¿es posible que el cliente/usuario asocie el producto/servicio con una experiencia poco satisfactoria?

Válidos	CA	PA	I	PD	CD	Total
	9	3	0	0	0	12

Gráfico No. 23

Análisis de la pregunta No. 7 de la encuesta a expertos



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: Existe fracaso en los procesos de atención cuando el cliente o usuario está insatisfecho en su atención. No podemos dejar de preocuparnos por lo que el cliente diga o exija. Los expertos concluyen en que la atención debe ser primordial en todo proceso.

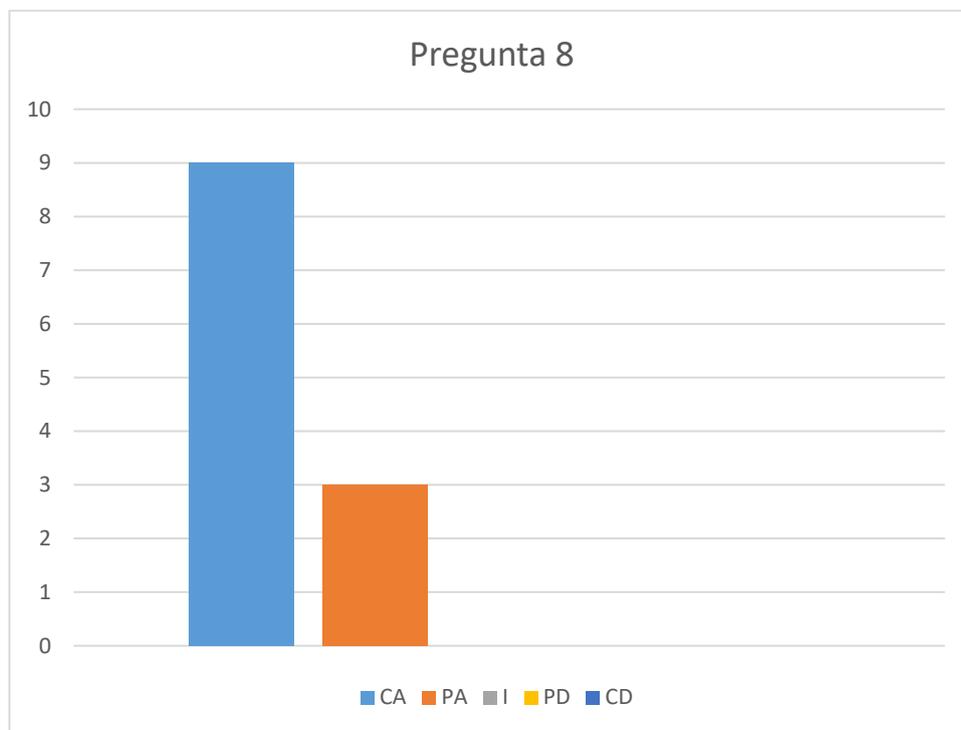
Pregunta 8

¿Las instituciones/empresas deberían implementar métodos que permitan reducir los tiempos de espera de los clientes?

Válidos	CA	PA	I	PD	CD	Total
	9	3	0	0	0	12

Gráfico No. 24

Análisis de la pregunta No. 8 de la encuesta a expertos



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: Como método para poder reducir los tiempos de espera de los clientes, es necesario realizar una evaluación de todos los fenómenos que la producen. Los expertos están de acuerdo en que se debe implementar métodos de inmediato para poder satisfacer a los clientes.

Validación de la propuesta

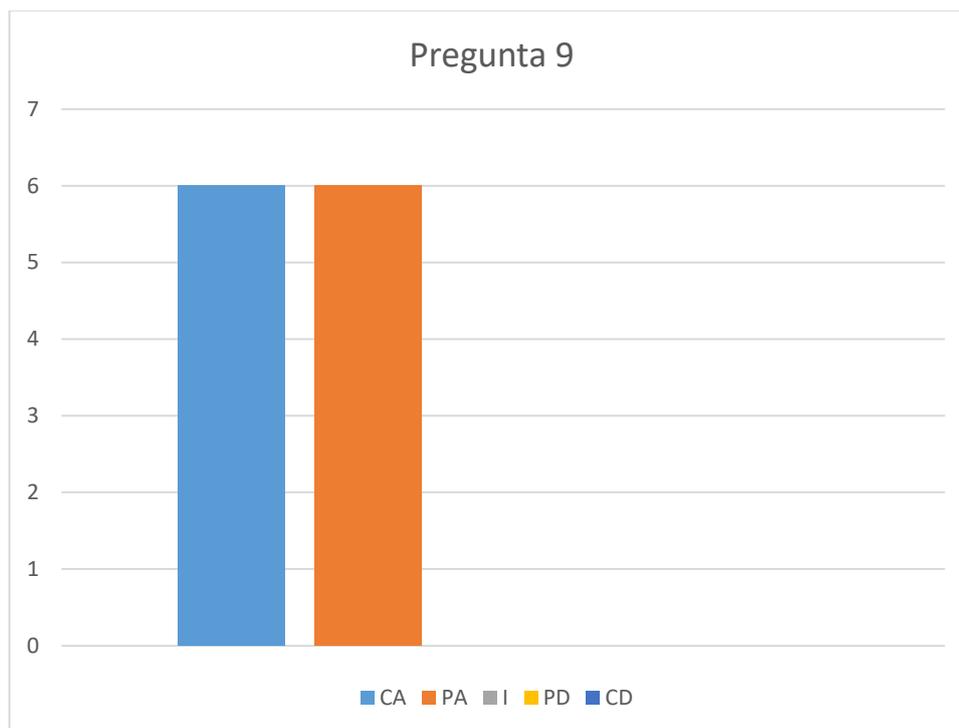
Pregunta 9

¿La implementación de nuevos recursos es la solución a problemas en los procesos de colas?

Válidos	CA	PA	I	PD	CD	Total
	6	6	0	0	0	12

Gráfico No. 25

Análisis de la pregunta No. 9 de la encuesta a expertos



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: Todos los expertos están de acuerdo en que la modernización y la implementación de nuevos recursos pueden solucionar los problemas que se presentan en las colas. La espera es el principal factor en la que hace que el cliente salga satisfecho o simplemente se retire de la cola.

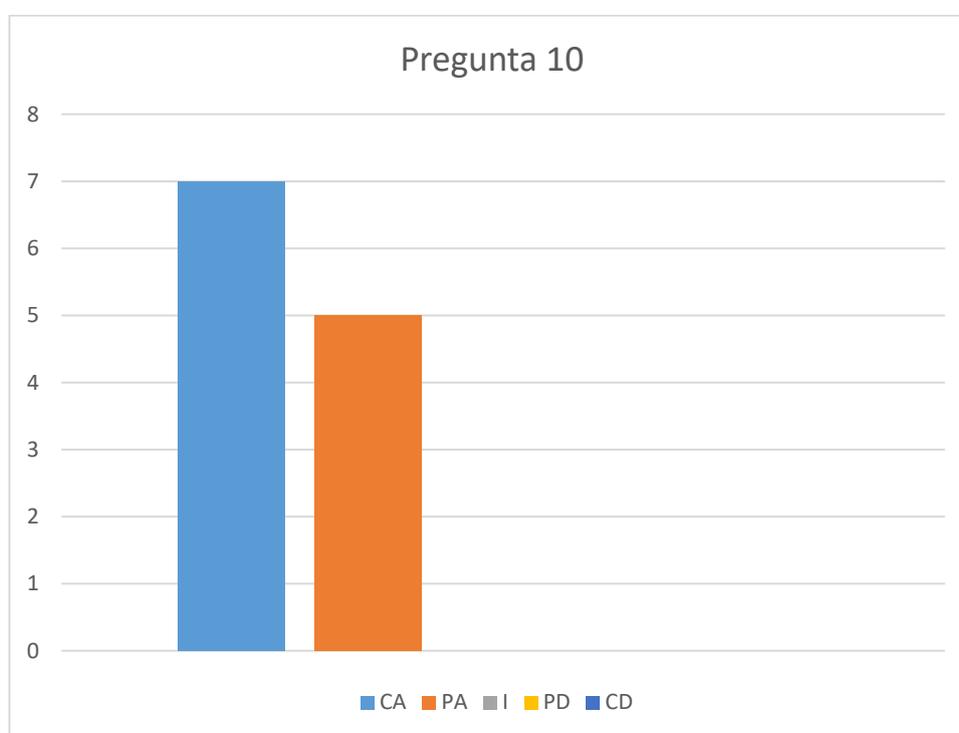
Pregunta 10

¿La aplicación de teoría de colas proporcionará mejoras en la atención ofrecida a usuarios/clientes?

Válidos	CA	PA	I	PD	CD	Total
	7	5	0	0	0	12

Gráfico No. 26

Análisis de la pregunta No. 10 de la encuesta a expertos



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: Los expertos confirman en que la teoría de colas mejorara la calidad de la atención ofrecida a los clientes. Es un estudio que cobra fortaleza en las investigaciones realizadas y es prospera para su evolución.

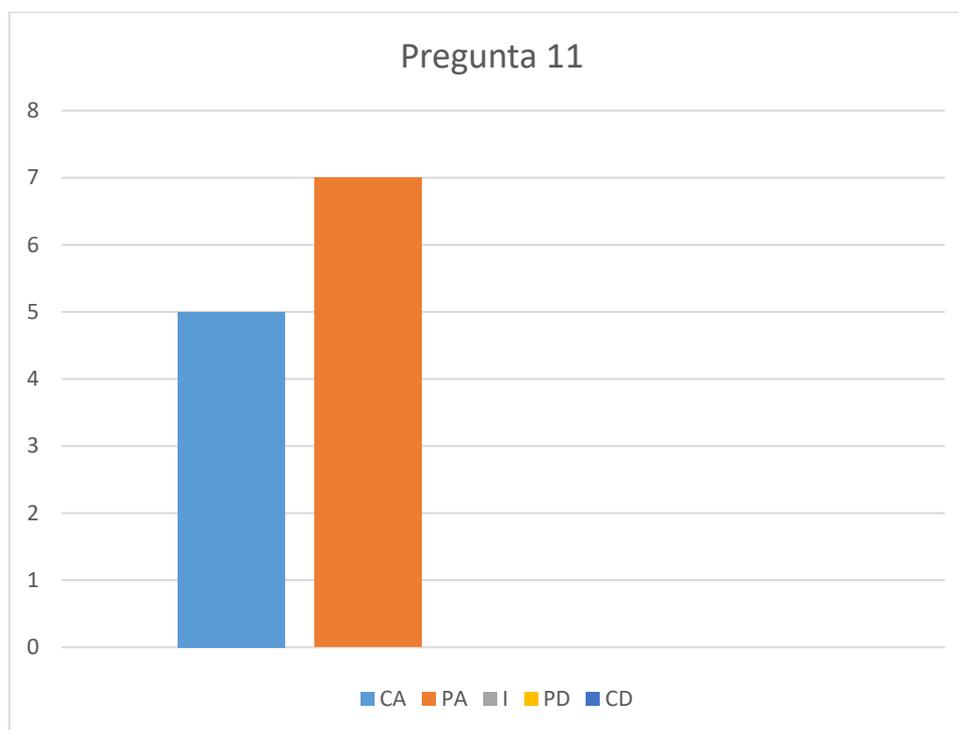
Pregunta 11

En situaciones de complejas como lo son las relacionadas con el ámbito hospitalario. ¿Considera oportuna la reducción de los tiempos de espera mediante el uso de teorías de colas?

Válidos	CA	PA	I	PD	CD	Total
	5	7	0	0	0	12

Gráfico No. 27

Análisis de la pregunta No. 11 de la encuesta a expertos



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: Un ligero cambio en la decisión de aplicación de teoría de colas para la reducción del tiempo de espera en pacientes. Parcialmente de acuerdo supera en cantidad a los que están completamente convencidos de la aplicación del método en el área de la medicina y los tiempos de espera de los enfermos.

Criterios a valorar relacionados con la lógica difusa

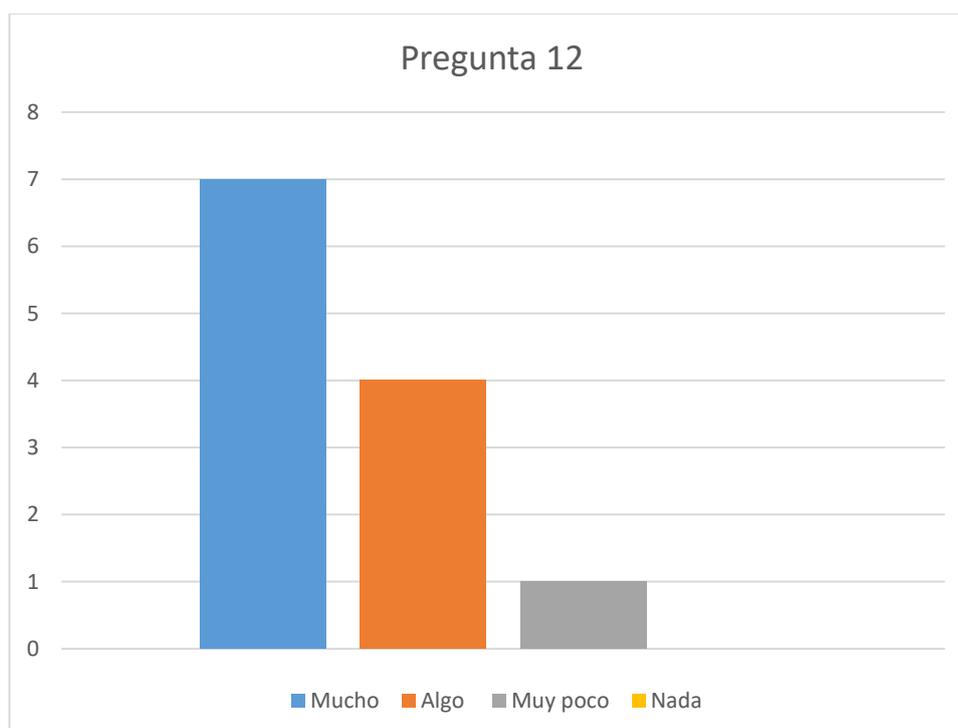
Pregunta 12

¿Conoce usted sobre el uso de la Inteligencia Artificial como una herramienta de apoyo en la resolución de problemas y toma de decisiones?

Válidos	Mucho	Algo	Muy poco	Nada	Total
	7	4	1	0	12

Gráfico No. 28

Análisis de la pregunta No. 12 de la encuesta a expertos



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: Casi todos los expertos sostienen que conocen la Inteligencia Artificial como apoyo en la resolución de los problemas, se pueden tomar decisiones importantes gracias a este estudio. Un ligero porcentaje sostiene muy poco conoce del método.

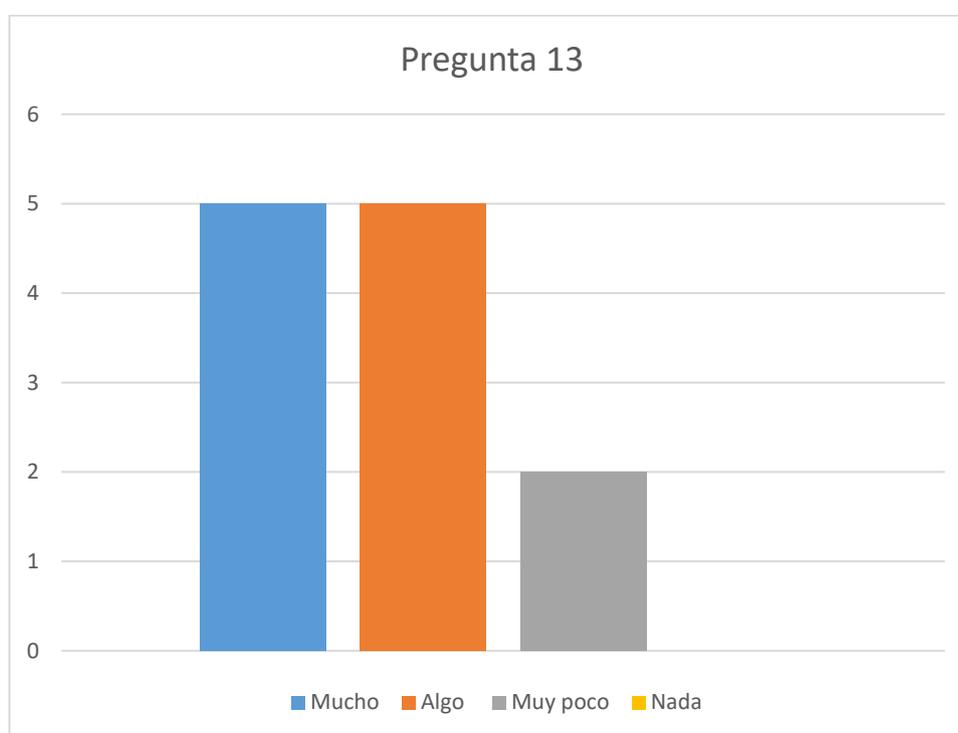
Pregunta 13

¿Qué conocimiento tiene usted referente a que, una de las ramas que posee la Inteligencia Artificial es la Lógica Difusa?

Válidos	Mucho	Algo	Muy poco	Nada	Total
	5	5	2	0	12

Gráfico No. 29

Análisis de la pregunta No. 13 de la encuesta a expertos



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: Los expertos afirman en su mayoría que si tienen conocimiento sobre la Lógica Difusa dentro de la Inteligencia Artificial. Un porcentaje bajo no comprende bien sobre este método, pero si afirman haber escuchado el tema.

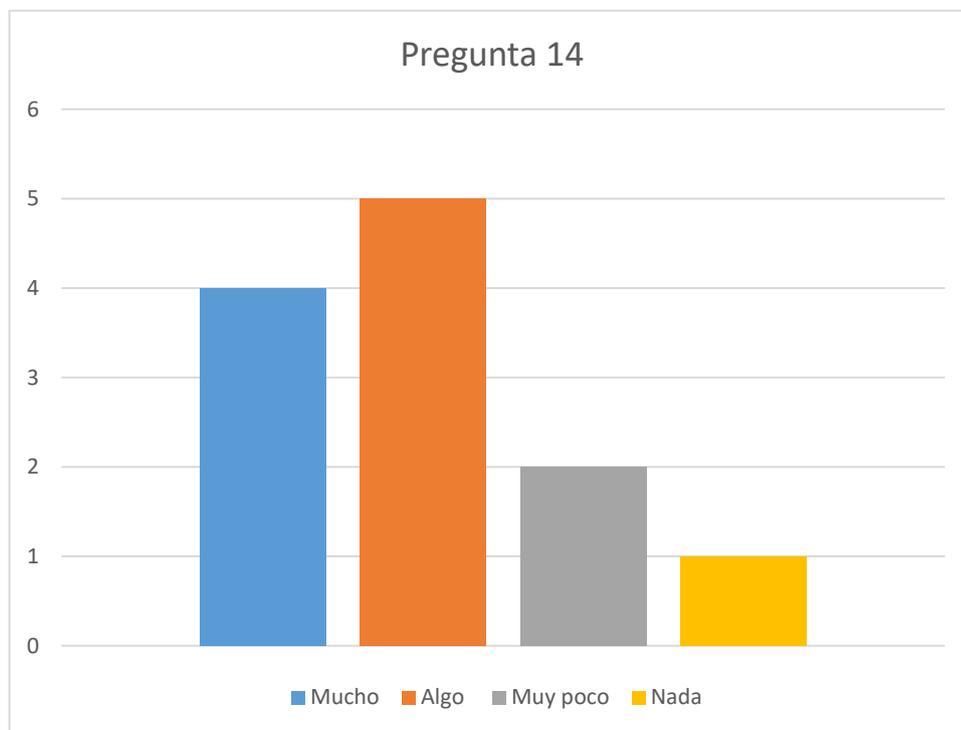
Pregunta 14

¿Qué conocimiento tiene usted referente a que la Lógica Difusa es muy utilizada en la toma de decisiones bajo incertidumbre?

Válidos	Mucho	Algo	Muy poco	Nada	Total
	4	5	2	1	12

Gráfico No. 30

Análisis de la pregunta No. 14 de la encuesta a expertos



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: Los expertos confirman que tienen conocimiento que la Lógica Difusa es muy utilizada en la toma de decisiones bajo incertidumbre. Hay un pequeño grupo que desconoce del tema. Pero en su mayoría apuntan a que si han escuchado dicho término.

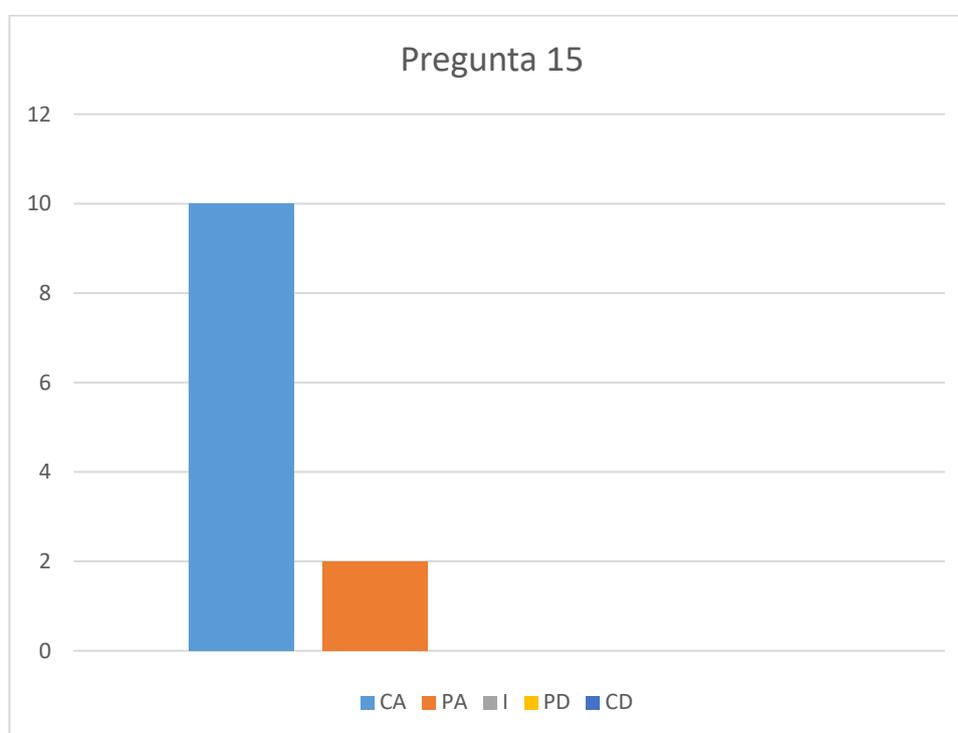
Pregunta 15

¿Considera oportuna la implementación de una herramienta/técnica que permita deducir la incertidumbre en los procesos de colas?

Válidos	CA	PA	I	PD	CD	Total
	10	2	0	0	0	12

Gráfico No. 31

Análisis de la pregunta No. 15 de la encuesta a expertos



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: Los expertos en su mayoría están completamente de acuerdo con la implementación de una herramienta capaz de medir la incertidumbre en procesos de colas. Facilitaría el trabajo de tomar decisiones cuando se llegue a un posible tiempo de espera prolongado.

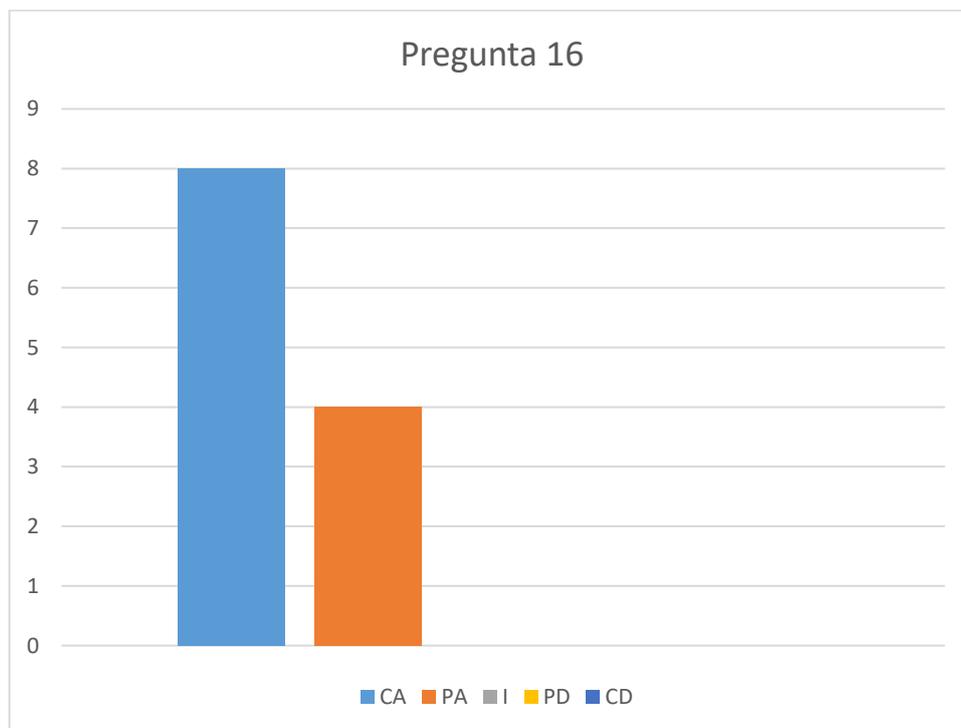
Pregunta 16

¿Implementar la Lógica Difusa en los procesos de atención a los usuarios/clientes, será de gran utilidad para conocer la variabilidad del comportamiento de los componentes que pertenecen a los modelos de colas?

Válidos	CA	PA	I	PD	CD	Total
	8	4	0	0	0	12

Gráfico No. 32

Análisis de la pregunta No. 16 de la encuesta a expertos



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: Los expertos confirman que sería de gran ayuda .conocer las posibles variables de comportamientos de los componentes que pertenecen al modelo de colas. Así se obtiene un resultado que conlleva a una posible toma de decisiones.

Datos Estadísticos

Se realizó un conteo específico de pacientes que solicitaron atención en consulta externa, consideramos los días picos donde la población de los pacientes es alta, y también los días donde la atención es normal. Mediante la simulación de los datos aplicando el método de Montecarlo, prorratamos los valores de tal forma que se sacó un estimado de atención semestral de pacientes.

Resumiendo los datos, llegamos a un prorrato de pacientes atendidos como se muestra en detalle:

Cuadro No. 8
Promedio de Llegada y atención de pacientes por día en hospitales

Hora de Llegada		Promedio llegada	Pacientes en espera	Promedio Servicio
07h00	08h00	878	878	295
08h00	09h00	1035	1618	502
09h00	10h00	899	2015	687
10h00	11h00	812	2140	658
11h00	12h00	684	2166	677
12h00	13h00	557	2046	775
13h00	14h00	410	1681	896
14h00	15h00	132	917	665
15h00	16h00	10	262	262

Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Aplicando el factor de utilización del promedio de llegada de pacientes y de los atendidos, definido por la fórmula:

$$P \triangleq \frac{\text{taza media de llegada de trabajo}}{\text{capacidad del sistema}} = \frac{\lambda}{\kappa} = \frac{\lambda}{\kappa\mu}$$

La cantidad exacta de los puestos de trabajo, en este caso de los servidores de atención son de 6 personas. Se experimentó sobre los casos en que sea menor a esa cantidad y mayor a esta.

Los servidores tienden a ser menores a 6 debido a varios factores como vacaciones del personal o la enfermedad de uno de los servidores. También puede tender a aumentar, como por ejemplo el contrato de nuevo personal.

Cuadro No. 9

Promedio de Llegada y atención de pacientes con número de servidores

Hora de llegada		φ con 7 servidores	φ con 6 servidores	φ con 5 servidores	φ con 4 servidores	φ con 3 servidores	φ con 2 servidores	φ con 1 servidor
07h00	08h00	0,425181598	0,496045198	0,595254237	0,744067797	0,992090395	1,488135593	2,976271186
08h00	09h00	0,460443939	0,537184595	0,644621514	0,805776892	1,07436919	1,611553785	3,22310757
09h00	10h00	0,41900603	0,488840369	0,586608443	0,733260553	0,977680738	1,466521106	2,933042213
10h00	11h00	0,464611376	0,542046606	0,650455927	0,813069909	1,084093212	1,626139818	3,252279635
11h00	12h00	0,457058451	0,53323486	0,639881832	0,79985229	1,066469719	1,599704579	3,199409158
12h00	13h00	0,377142857	0,44	0,528	0,66	0,88	1,32	2,64
13h00	14h00	0,268016582	0,312686012	0,375223214	0,469029018	0,625372024	0,938058036	1,876116071
14h00	15h00	0,196992481	0,229824561	0,275789474	0,344736842	0,459649123	0,689473684	1,378947368
15h00	16h00	0,142857143	0,166666667	0,2	0,25	0,333333333	0,5	1
		0,356812273	0,416280985	0,499537182	0,624421478	0,83256197	1,248842956	2,497685911

Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Como siguiente paso se definió 3 variables lingüísticas que nos servirá como investigación para el desarrollo del método de lógica difusa. Dado por lo siguiente:

Entrada:

- Paciente en espera.
- Atención de paciente.

Salida:

- Servicio al paciente.

Cuadro No. 10

Variable Lingüística de entrada pacientes en espera

Pacientes en espera	Variable
0 a 500	Optimo
501 a 1000	Buena
1001 a 1500	Regular
1501 a 2000	Mala
2001 a 2500	Deficiente

Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Cuadro No. 11

Variable Lingüística de entrada atención de pacientes

Promedio Servicio	Variable
0 a 300	Deficiente
301 a 600	Regular
601 a 900	Buena
901 o mas	Sobresaliente

Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Cuadro No. 12
Variable Lingüística de salida servicio de pacientes

Valor asignado	Factor de conversión	Variable
5	DE 0,00 A 0,40	EXCELENTE
4	DE 0,41 A 0,75	BUENA
3	DE 0,76 A 0,85	NORMAL
2	DE 0,86 A 1,00	CRITICO
1	MÁS DE 1,00	COLAPSA

Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Definido las variables lingüísticas de entrada y salida, y combinada con la llegada y atención de pacientes con número de servidores, y considerando en el rango de que 5 toma como excelente la atención y 1 como caída del sistema, definimos que:

Cuadro No. 13
Frecuencia de servicio de pacientes

		Con 7 servidores	Con 6 Servidores	Con 5 Servidores	Con 4 servidores	Con 3 servidores	Con 2 servidores	Con 1 servidor
N	Válidos	9	9	9	9	9	9	9
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0
Media		4,4444	4,3333	4,3333	3,8889	2,4444	1,7778	1,1111
Percentiles	25	4,0000	4,0000	4,0000	3,0000	1,0000	1,0000	1,0000
	75	5,0000	5,0000	5,0000	4,5000	4,0000	3,0000	1,0000

Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Cuadro No. 14

Frecuencia de atención de pacientes con 7 Servidores

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Buena	5	55,6	55,6	55,6
	Optimo	4	44,4	44,4	100,0
	Total	9	100,0	100,0	

Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Cuadro No. 15

Frecuencia de atención de pacientes con 6 Servidores

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Buena	6	66,7	66,7	66,7
	Optimo	3	33,3	33,3	100,0
	Total	9	100,0	100,0	

Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Cuadro No. 16

Frecuencia de atención de pacientes con 5 Servidores

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Buena	6	66,7	66,7	66,7
	Optimo	3	33,3	33,3	100,0
	Total	9	100,0	100,0	

Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Cuadro No. 17

Frecuencia de atención de pacientes con 4 Servidores

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Normal	3	33,3	33,3	33,3
	Buena	4	44,4	44,4	77,8
	Optimo	2	22,2	22,2	100,0
	Total	9	100,0	100,0	

Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Cuadro No. 18

Frecuencia de atención de pacientes con 3 Servidores

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Colapsa	3	33,3	33,3	33,3
	Critico	3	33,3	33,3	66,7
	Buena	2	22,2	22,2	88,9
	Optimo	1	11,1	11,1	100,0
	Total	9	100,0	100,0	

Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Cuadro No. 19

Frecuencia de atención de pacientes con 2 Servidores

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Colapsa	6	66,7	66,7	66,7
	Critico	1	11,1	11,1	77,8
	Buena	2	22,2	22,2	100,0
	Total	9	100,0	100,0	

Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Cuadro No. 20

Frecuencia de atención de pacientes con 1 Servidor

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Colapsa	8	88,9	88,9	88,9
	Critico	1	11,1	11,1	100,0
	Total	9	100,0	100,0	

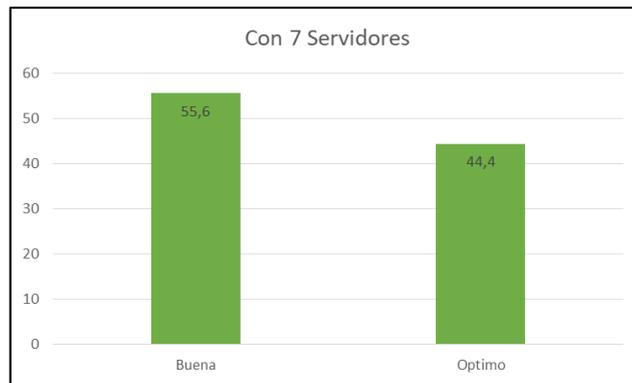
Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Gráficamente podemos determinar que:

Gráfico No. 33

Valoración del servicio de atención a pacientes con 7 Servidores



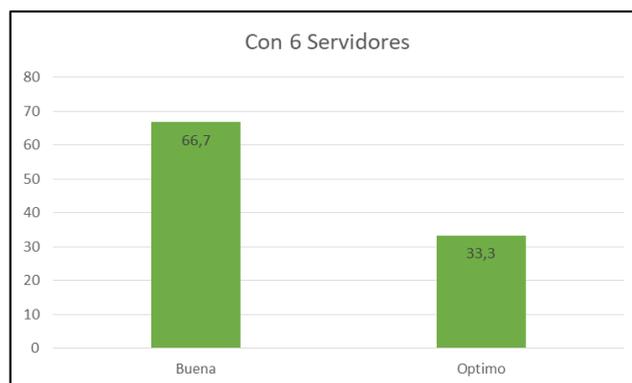
Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: Con 7 servidores se puede observar que el servicio es sobresaliente, con una alta tasa de optimización de la atención.

Gráfico No. 34

Valoración del servicio de atención a pacientes con 6 Servidores



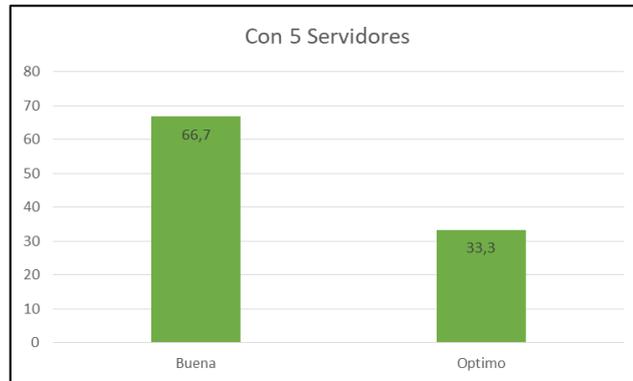
Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: Con 6 servidores la atención continúa siendo buena, pero con una ligera reducción de optimización de la atención.

Gráfico No. 35

Valoración del servicio de atención a pacientes con 5 Servidores



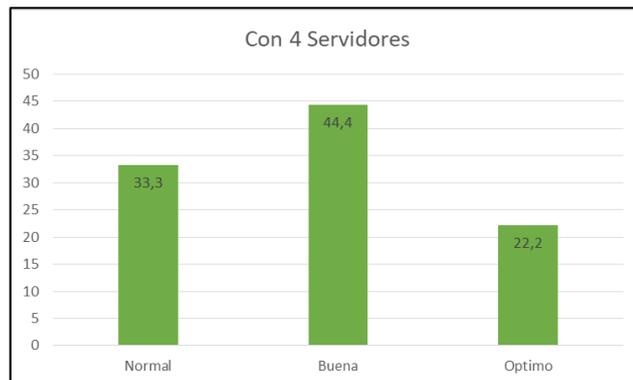
Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: Con 5 servidores la atención tiene la misma distribución que la de 6 servidores, esto demuestra que aún se puede tener el mismo resultado sin contar con un servidor.

Gráfico No. 36

Valoración del servicio de atención a pacientes con 4 Servidores



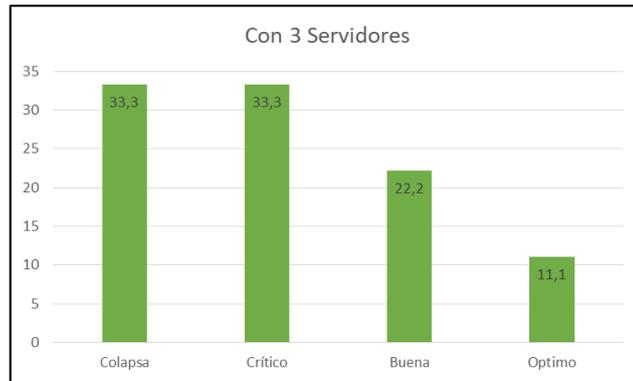
Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: Con 4 servidores ya se empieza a tener signos de alarma pero sin ningún inconveniente ya que esta por el promedio normal de la atención.

Gráfico No. 37

Valoración del servicio de atención a pacientes con 3 Servidores



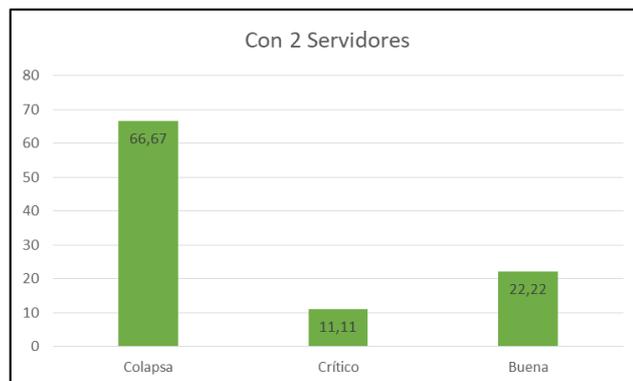
Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: Con 3 servidores la atención atraviesa algunos problemas de nivel crítico que si no se trata a tiempo llega a colapsar el sistema.

Gráfico No. 38

Valoración del servicio de atención a pacientes con 2 Servidores



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: Con 2 servidores el sistema tiende a colapsar, llegando a la conclusión que no se puede continuar con la falta de un miembro de atención.

Gráfico No. 39

Valoración del servicio de atención a pacientes con 1 Servidor



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: Con 1 servidor, el sistema falla por completo, resulta imposible continuar en funcionamiento teniendo un solo miembro de atención.

CAPÍTULO IV

Resultados, Conclusiones y Recomendaciones

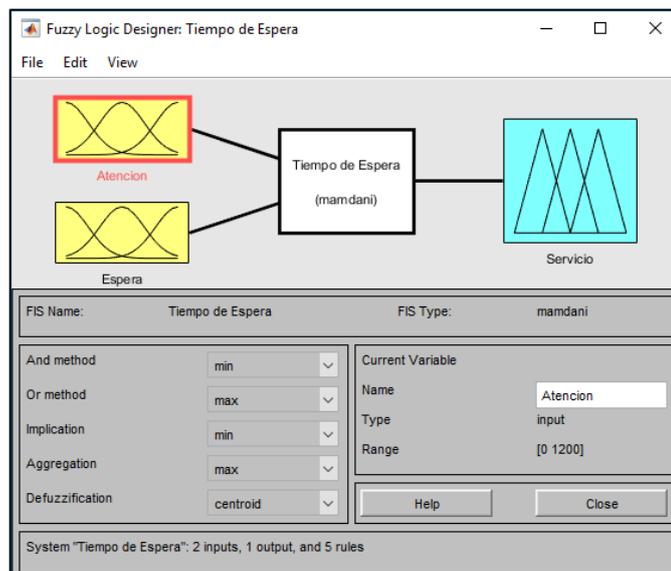
Resultados

Los resultados obtenidos aplicando la teoría de colas en el promedio de pacientes atendidos y el promedio de espera, dieron como resultado cinco variables en las que el sistema determinó si el servicio es óptimo o sufrió alguna caída, se definió cinco reglas difusas if-then para el estudio de estado del sistema.

Simulación de las reglas difusas de atención de pacientes en Matlab

Gráfico No. 40

Controlador de Mandani aplicado a los Tiempos de Espera



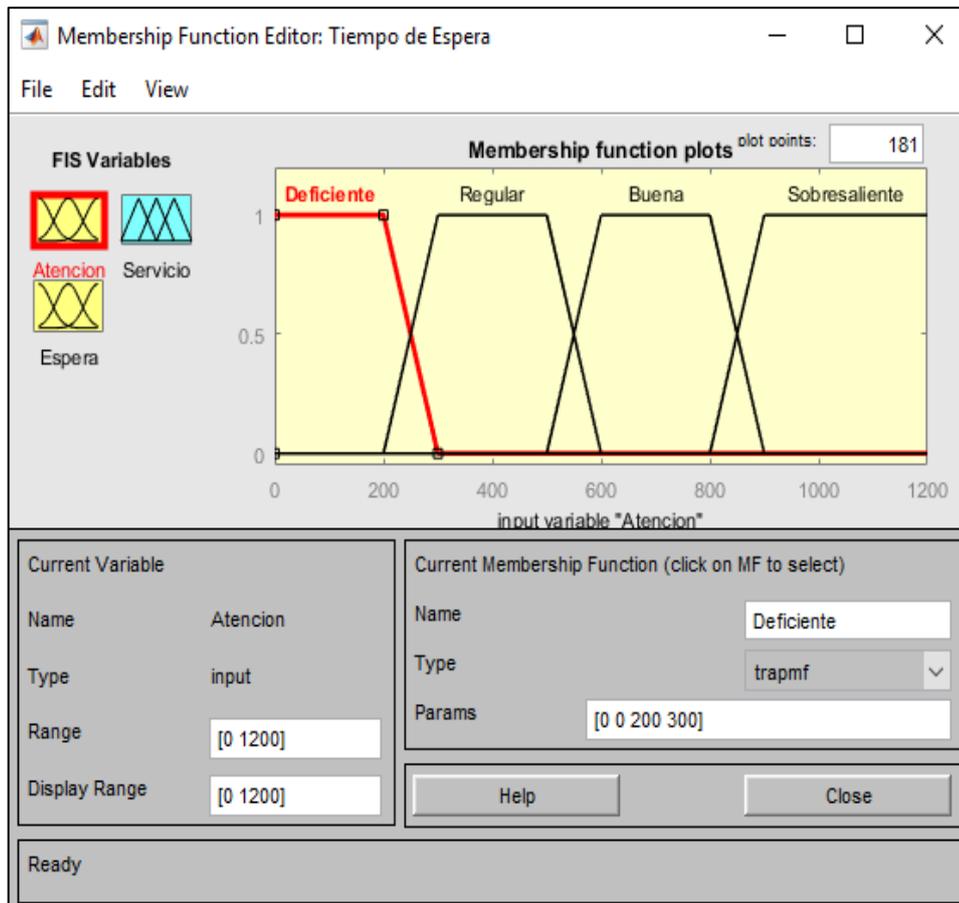
Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: Con el editor de lógica difusa de Matlab se logró implementar funciones de membresía, en las cuales se estableció como entradas a los pacientes atendidos y los pacientes que están en espera, y como salida la atención o el servicio brindado.

Gráfico No. 41

Funciones de Membresía de pacientes en espera y atendidos

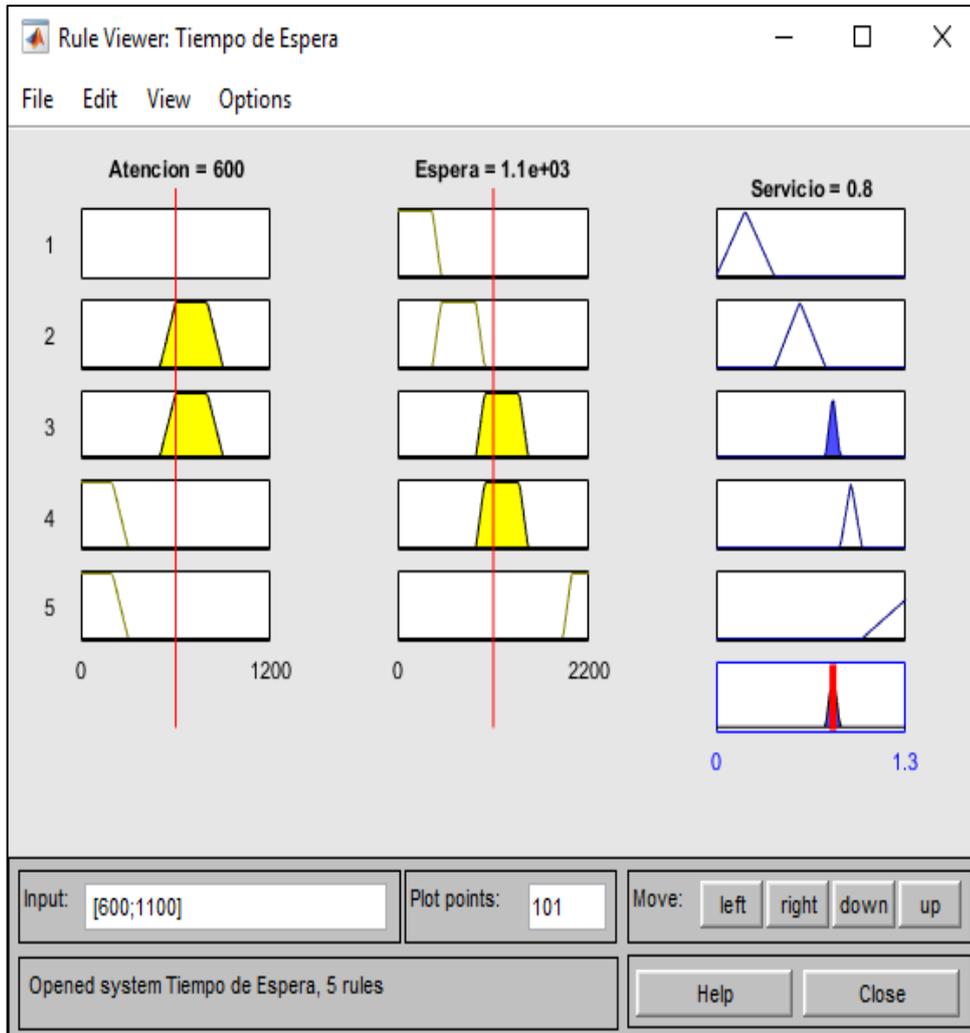


Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: El editor posee una opción para seleccionar el método a utilizarse. Para este caso, se definió a la función de membresía de entrada de forma trapezoidal, y la de salida de forma triangular.

Gráfico No. 42
Salidas Defuzzyficadas del servicio

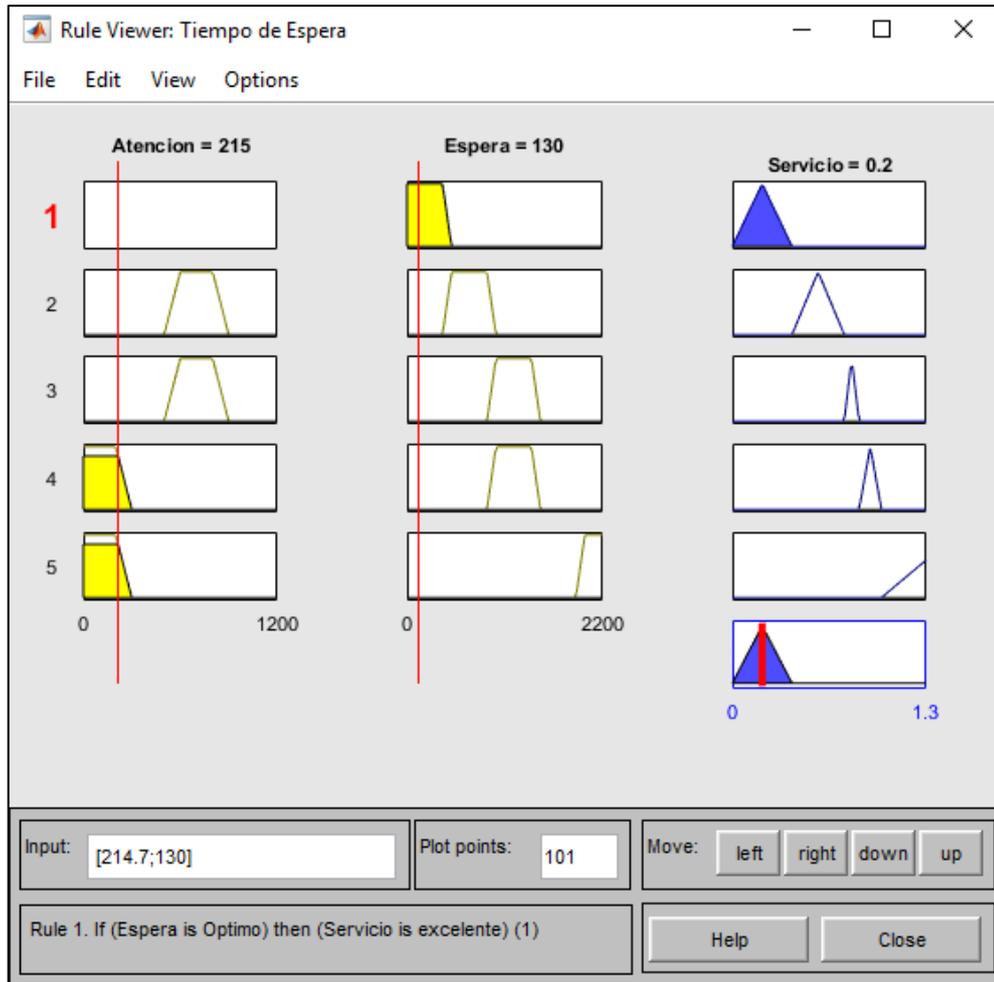


Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: En este gráfico se puede apreciar las diferentes salidas defuzzyficadas al servicio por medio de las diversas entradas de atención y espera. A menor atención y mayor espera, por ende el servicio es bajo. A mayor atención y menor espera, el servicio es óptimo.

Gráfico No. 43
Aplicación de la primera regla difusa

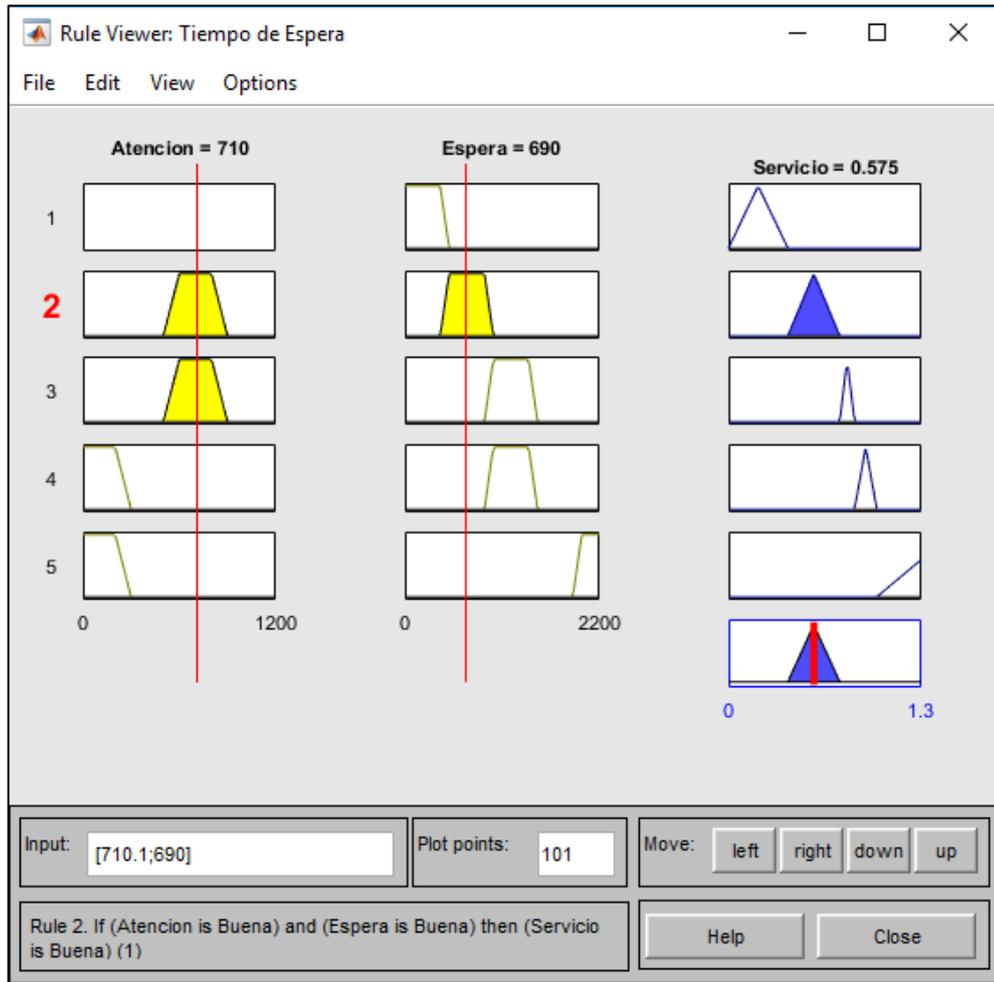


Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: La primera regla difusa (Si la espera es óptima entonces el servicio es excelente), esto quiere decir que, si la espera del paciente es óptima, es decir, que no espera mucho tiempo y es atendido de manera ágil, la segunda variable que es la cantidad de pacientes atendidos, pierde relevancia y la cola no presentará ningún inconveniente de inestabilidad.

Gráfico No. 44
Aplicación de la segunda regla difusa

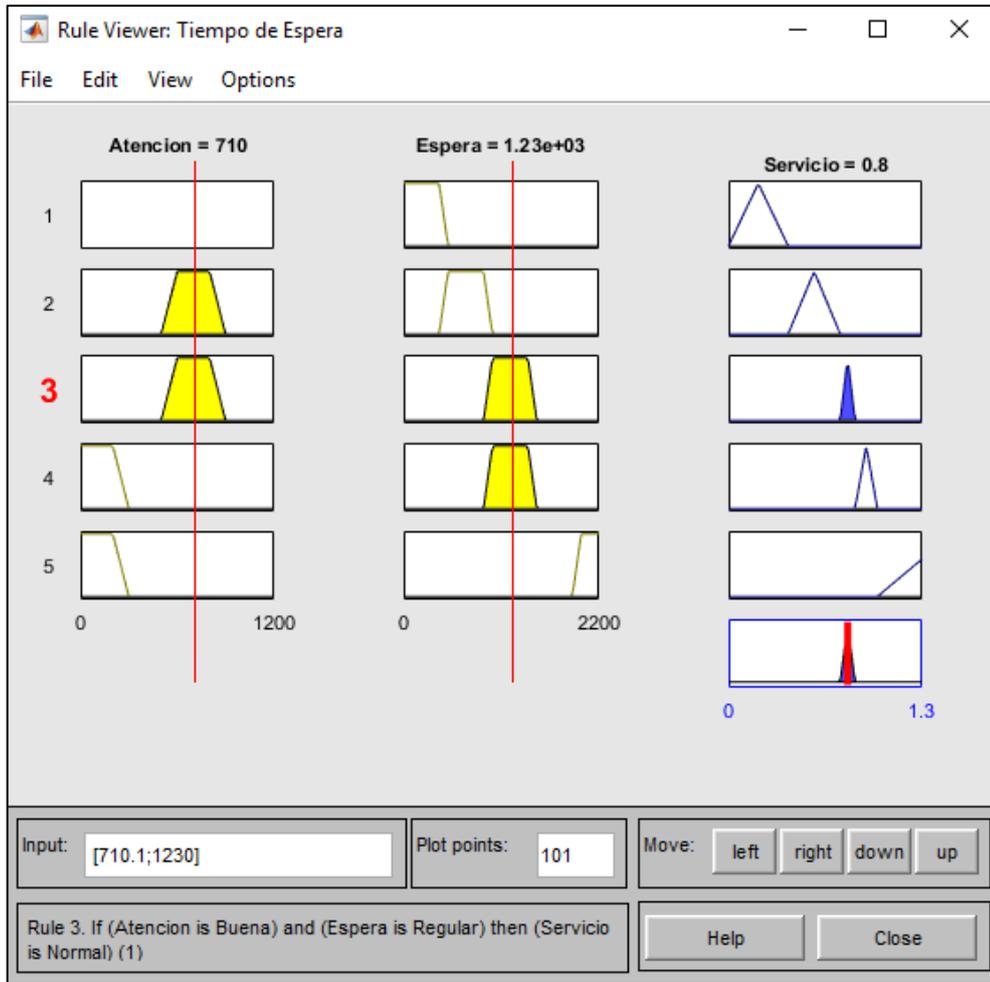


Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: La segunda regla difusa (Si la atención es buena y la espera es buena entonces el servicio es bueno), esto quiere decir que se encuentra en el nivel medio de estabilidad del sistema, los servidores atienden de manera normal.

Gráfico No. 45
Aplicación de la tercera regla difusa

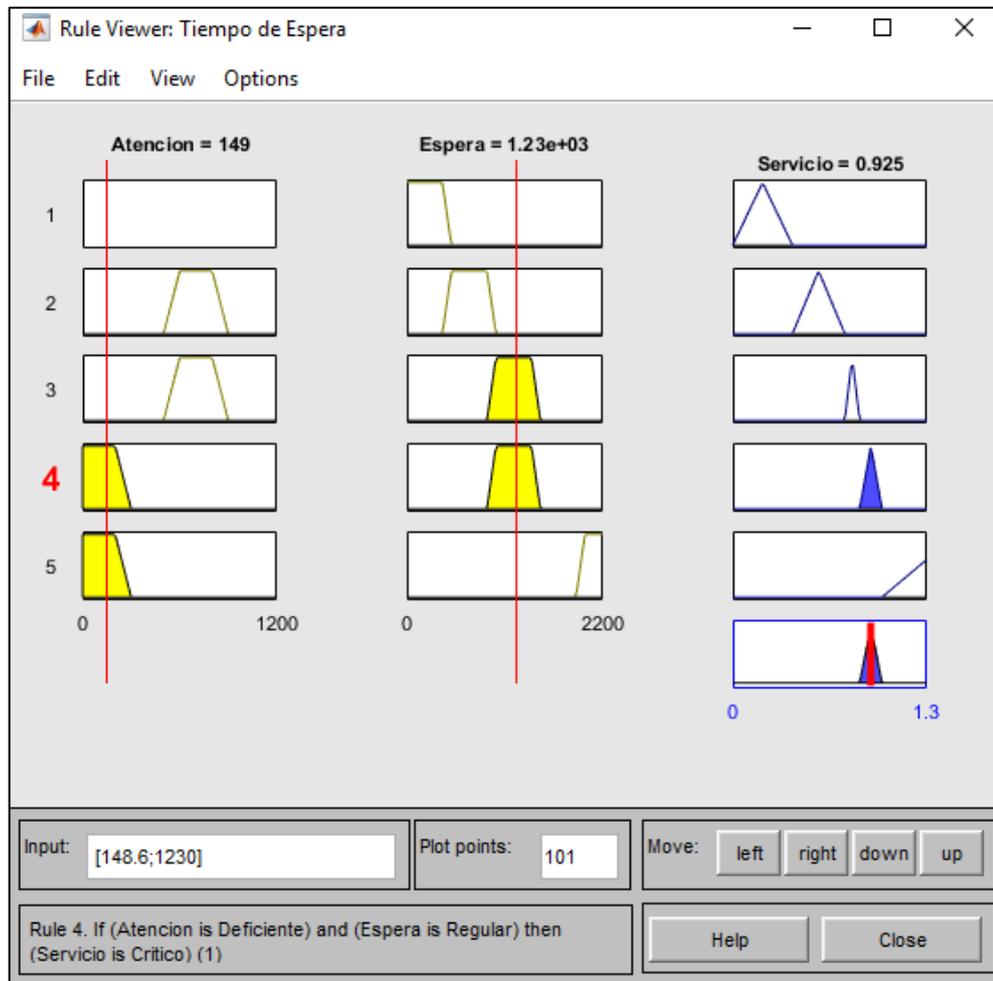


Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: La tercera regla difusa (Si la atención es buena y la espera es regular entonces el servicio es normal), se encuentra en una situación donde también el servicio no presenta ningún inconveniente, salvo si en este comienza a incrementar el número de pacientes en espera.

Gráfico No. 46
Aplicación de la cuarta regla difusa

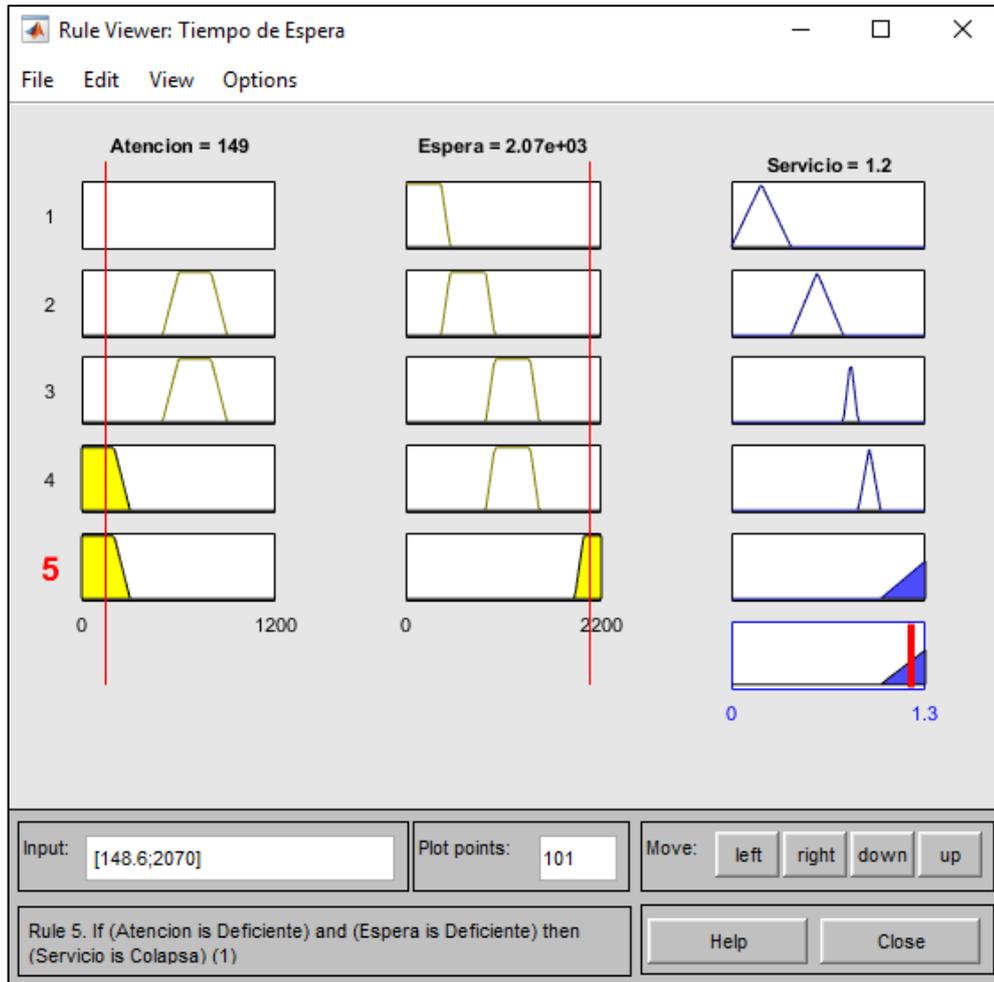


Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: La cuarta regla difusa (Si la atención es deficiente y la espera es regular entonces el servicio es crítico), el sistema se encuentra en un estado crítico donde cualquier momento puede pasar a un colapso. De no tomarse medidas a tiempo (como aumentar el número de servidores) podría provocarse inestabilidad y el servicio sería insuficiente.

Gráfico No. 47
Aplicación de la quinta regla difusa



Elaboración: Juliana Galarza C. y Christian Reinoso J.

Fuente: Propia de la investigación

Análisis: La quinta regla difusa (Si la atención es deficiente y la espera es deficiente entonces el servicio colapsa), en este punto el sistema termina por colapsar ya sea por falta de servidores, cantidad de atención o por la gran demanda del servicio por parte de los pacientes.

Conclusiones

El estudio de las colas difusas determinó los diferentes ámbitos en que se desarrolla la atención a los pacientes en los hospitales, identificándose los factores que influyen en la formación de filas o colas como es la gran demanda que tienen sobre atención de salud, lo cual se determinó a través del método de observación.

La encuesta a expertos utilizando el método Delphi, determinó que las colas o filas se generan por la aplicación de procesos antiguos que no están acorde a la demanda, concluyéndose que la utilización de técnicas de investigación de operaciones ayudan al desarrollo de nuevos métodos para poder reducir el tiempo de espera de los pacientes en la cola.

Con los datos obtenidos, se relacionó la teoría de colas junto con la lógica difusa determinando variables lingüísticas que califican la cantidad de pacientes atendidos en un periodo de tiempo determinado, definiendo así dos variables de entrada (pacientes en espera y pacientes atendidos) y uno de salida (servicio).

Mediante el lenguaje de programación orientado a objetos MATLAB, se implementó reglas difusas que determinaron el momento en que el sistema se encuentra en óptimas condiciones de operatividad y cuando está a punto de colapsar; los reportes gráficos en cambio permitieron tomar medidas necesarias para la reducción del tiempo de espera, tales como, el aumento de servidores, capacitación del recurso humano y agilidad en los procesos.

Recomendaciones

Por su innovación y beneficios que brinda el presente trabajo de investigación, se recomienda su socialización toda vez que reduce el tiempo de espera en los pacientes que acuden a los nosocomios para buscar un remedio en su salud, y en el personal inmerso en el área de la salud por la agilidad, eficiencia y eficacia en su labor.

El proceso de colas en la distribución de medicamentos es de vital importancia por lo que se recomienda la aplicación de este proceso para agilizar el despacho y entrega del producto a los pacientes respectivos, como también en el servicio de emergencia para calificar los factores del triaje y determinar en el menor tiempo posible la gravedad y tipo de tratamiento en el paciente que lo requiere.

Implementar en los hospitales públicos el método de colas difusas para reducir el tiempo de espera en las filas para beneficio de la ciudadanía, lo que repercutirá en la imagen de los nosocomios.

Publicar este trabajo de investigación para beneficio de la comunidad académica como herramienta de consulta para futuros trabajos o aplicaciones.

ANEXOS

Cronograma del Proyecto

Id	 Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1		Etapa #1	6 días	lun 29/5/17	lun 5/6/17
2		Presentacion de la propuesta	1 día	lun 29/5/17	lun 29/5/17
3		Entrega de Anexos 1 y 2	0 días		
4		Desarrollo de documentación inicial	3 días	mar 30/5/17	jue 1/6/17
5		Revisión de bibliografía básica relacionada a los métodos a emplearse	2 días	vie 2/6/17	lun 5/6/17
6		Entrega del primer informe	0 días		
7		Etapa #2	19 días	mar 6/6/17	vie 30/6/17
8		Levantamiento de información	4 días	mar 6/6/17	vie 9/6/17
9		Desarrollo de Encuestas y Entrevistas	5 días	lun 12/6/17	vie 16/6/17
10		Depuración de Información	5 días	lun 19/6/17	vie 23/6/17
11		Tabulación y graficación de datos estadísticos	5 días	lun 26/6/17	vie 30/6/17
12		Entrega del segundo informe	0 días	mar 6/6/17	mar 6/6/17

Id		Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
13			Etapa #3	69 días?	lun 29/5/17	jue 31/8/17
14			Aplicación de las metodologías a los datos obtenidos	15 días	lun 3/7/17	vie 21/7/17
15			Planteamiento de nuevos procesos	8 días	mar 6/6/17	jue 15/6/17
16			Desarrollo de documentación	25 días	vie 16/6/17	jue 20/7/17
17			culminacion de capitulo 3	0 días		
18			Etapa #4	1 día?	lun 29/5/17	lun 29/5/17
19			Desarrollo de recomendaciones	8 días	vie 21/7/17	mar 1/8/17
20			Desarrollo de conclusiones	6 días	mié 2/8/17	mié 9/8/17
21			Desarrollo de anexos	16 días	jue 10/8/17	jue 31/8/17
22			culminacion del proyecto	0 días		

Formato de encuesta realizada a los expertos

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

Encuesta dirigida a especialistas en procesos de colas, con el objetivo de conocer su criterio respecto al uso de colas difusas en la Tesis investigativa “Reducción de tiempos de espera mediante el uso de colas difusas, en pacientes de consulta externa, en un hospital de la ciudad de Guayaquil”

Perfil del Experto

NOMBRE: _____

TÍTULO: _____

EMPRESA: _____

ÁREA DE DESEMPEÑO: _____

AÑOS DE EXPERIENCIA CON RELACIÓN A LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES:

0-1

2-3

4-5

más de 6

Conocimiento y competencia del experto

1.- ¿Conoce usted sobre el proceso de teoría de colas?

___Mucho

___Algo

___Muy poco

___Nada

2.- ¿En su experiencia personal, ha utilizado alguna vez teoría de colas?

___Siempre

___Regularmente

___Pocas veces

___Nunca

3.- En su experiencia laboral. ¿Se han aplicado modelos de colas para medir los tiempos de espera de los clientes?

___Siempre

___Regularmente

___Pocas veces

___Nunca

4.- Según su criterio ¿Cuáles son los principales problemas que se presentan durante la atención al público?

___Alta demanda del servicio

___Pocos Servidores

___Servidores inactivos

___Otros

5.- ¿Conoce usted sobre el uso de la lógica difusa como herramienta para conocer la incertidumbre de los procesos cognitivos de las personas?

__Mucho __Algo __Muy poco __Nada

Valoración del dominio del tema

En cada criterio debe contestar según la siguiente escala:

1	2	3	4	5
Completamente de acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Indiferente	Parcialmente en desacuerdo	Completamente en desacuerdo

Criterios a Valorar	Escala Valorativa				
	1	2	3	4	5
6.- El tema de no asumir/reconocer la existencia de problemas en procesos de colas, puede afectar de alguna manera a las instituciones/empresas.					
7.- Cuando existe retraso en los procesos de atención, es posible que el cliente/usuario asocie el servicio/producto con una experiencia poco satisfactoria.					
8.- Las instituciones/empresas deberían implementar métodos que permitan reducir los tiempos de espera de los clientes.					

Validación de la propuesta

En cada criterio debe contestar según la siguiente escala:

1	2	3	4	5
Completamente de acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Indiferente	Parcialmente en desacuerdo	Completamente en desacuerdo

Criterios a Valorar	Escala Valorativa				
	1	2	3	4	5
9.- La implementación de nuevos recursos es la solución a problemas en procesos de colas					
10.- La aplicación de teoría de colas proporcionará mejoras en la atención ofrecida a usuarios/clientes					
11.- En situaciones complejas como lo son las relacionadas con el ámbito hospitalario considera oportuna la reducción de los tiempos de espera mediante el uso de teorías de colas.					

Criterios a Valorar relacionados con la Lógica Difusa

En cada criterio debe contestar según la siguiente escala:

1	2	3	4
Mucho	Algo	Muy poco	Nada

Criterios a Valorar	Escala Valorativa			
	1	2	3	4
12.- Conoce usted sobre el uso de la Inteligencia Artificial como una herramienta de apoyo en la resolución de problemas y toma de decisiones.				
13.- Que conocimiento tiene usted referente a que, una de las ramas que posee la Inteligencia Artificial es la Lógica Difusa				
14.- Que conocimiento tiene usted referente a que la Lógica Difusa es muy utilizada en la toma de decisiones bajo incertidumbre.				

En cada criterio debe contestar según la siguiente escala:

1	2	3	4	5
Completamente de acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Indiferente	Parcialmente en desacuerdo	Completamente en desacuerdo

Criterios a Valorar	Escala Valorativa				
	1	2	3	4	5
15.- Considera oportuna la implementación de una herramienta/técnica que permita deducir la incertidumbre en los procesos de colas					
16.- Implementar la Lógica Difusa en los procesos de atención a los usuarios/clientes, será de gran utilidad para conocer la variabilidad del comportamiento de los componentes que pertenecen a los modelos de colas.					

CUADRO No. 21

Fórmulas básicas de la teoría de colas para distribuciones exponenciales y de Poisson

Causas	[M/M/1]:[FIFO]	[M/M/S]:[FIFO]
Porcentaje de ocupación del sistema	$P = \frac{\lambda}{\mu}$	$P = \frac{\lambda}{S\mu}$
Probabilidad de que el sistema este vacío	$P_0 = 1 - p$	$P_0 = \left[\sum_{n=0}^{S-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^S}{S! (1 - \frac{\lambda}{S\mu})} \right]^{-1}$
Probabilidad de que haya n clientes en el sistema	$P_n = p^n (1 - p)$	$P_n = \left\{ \frac{(\frac{\lambda}{\mu})^n}{n!} \right\} P_0 \text{ Para } n \leq S$ $P_n = \left\{ \frac{(\frac{\lambda}{\mu})^n}{S! S^{n-S}} \right\} P_0 \text{ Para } n > S$
Probabilidad de que el sistema se esté llenando	$P\{n < 1\} = P_0 = 1 - P$	$P\{n < S\} = P_0 + P_1 + \dots + P_{S-1}$
Probabilidad de que el sistema esté lleno	$P\{n \geq 1\} = 1 - P_0$	$P\{n \geq S\} = \frac{(\lambda/\mu)^S}{S! (1 - \lambda/S\mu)} P_0$
Longitud esperada de clientes en el sistema	$L = \frac{P}{1 - p} = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$	$L = L_q + \psi = L_q + \lambda/\mu$
Longitud esperada de clientes en la cola	$L_q = L - (1 - P_0) = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$	$L_q = \frac{(\lambda/\mu)^S P_0 p}{S! (1 - p)^2}$
Tiempo esperado de espera en el sistema	$w = \frac{L}{\lambda} = \frac{1}{\mu - \lambda}$	$w = \frac{L}{\lambda}$
Tiempo esperado de espera en la cola	$w_q = \frac{L_q}{\lambda} = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$	$w_q = \frac{L_q}{\lambda}$

Fuente: Rafael Terrazas Pastor

Elaboración: PERSPECTIVAS, núm. 26, julio-diciembre, 2010, (p.96)

Tabulación de las respuestas de la encuesta a los expertos

Años de Experiencia con relación a la investigación de operaciones.	0-1	2-3	4-5	6+	
	4	5	3		
Conocimiento y competencia del experto					
1.-Conoce usted sobre el proceso de teoría de colas	Mucho	Algo	Muy poco	Nada	
	4	7	1		
2.-En su experiencia personal, ha utilizado teoría de colas	Siempre	Regularmente	Pocas veces	Nunca	
		6	4	2	
3.-En su experiencia laboral, Se han aplicado modelos de colas para medir los tiempos de espera de los clientes.	Siempre	Regularmente	Pocas veces	Nunca	
	3	3	4	2	
4.-Según su criterio. ¿Cuáles son los principales problemas que se presentan durante la atención al público ?	Alta demanda del Servicio	Pocos Servidores	Servidores inactivos	Otros	
	11	9	4		
5.-¿Conoce usted sobre el uso de la lógica difusa como herramienta para conocer la incertidumbre de los procesos cognitivos de las personas?	Mucho	Algo	Muy poco	Nada	
	2	8	2		
Valoración del dominio del tema					
6.-El tema de no asumir/reconocer la existencia de problemas en procesos de colas, puede afectar de alguna manera a las instituciones/ empresas.	CA	PA	I	PD	CD
	6	4	2		
7.-Cuando existe retraso en los procesos de atención, es posible que el cliente/usuario asocie el producto /servicio con una experiencia poco satisfactoria.	CA	PA	I	PD	CD
	9	3			
8.-Las instituciones/empresas deberían implementar métodos que permitan reducir los tiempos de espera de los clientes.	CA	PA	I	PD	CD
	9	3			
Validación de la propuesta					
9.-La implementación de nuevos recursos es la solución a problemas en los procesos de colas	CA	PA	I	PD	CD
	6	6			
10.-La aplicación de teoría de colas proporcionará mejoras en la atención ofrecida a usuarios/clientes.	CA	PA	I	PD	CD
	7	5			
11.-En situaciones de complejas como lo son las relacionadas con el ámbito hospitalario considera oportuna la reducción de los tiempos de espera mediante el uso de teorías de colas.	CA	PA	I	PD	CD
	5	7			
Criterios a valorar relacionados con la lógica difusa					
12.-Conoce usted sobre el uso de la Inteligencia Artificial como una herramienta de apoyo en la resolución de problemas y toma de decisiones.	Mucho	Algo	Muy poco	Nada	
	7	4	1		
13.-Que conocimiento tiene usted referente a que, una de las ramas que posee la Inteligencia Artificial es la Lógica Difusa.	Mucho	Algo	Muy poco	Nada	
	5	5	2		
14.-Que conocimiento tiene usted referente a que la Lógica Difusa es muy utilizada en la toma de decisiones bajo incertidumbre.	Mucho	Algo	Muy poco	Nada	
	4	5	2	1	
15.-Considera oportuna la implementación de una herramienta/técnica que permita deducir la incertidumbre en los procesos de colas.	CA	PA	I	PD	CD
	10	2			
16.-Implementar la Lógica Difusa en los procesos de atención a los usuarios/clientes, será de gran utilidad para conocer la variabilidad del comportamiento de los componentes que pertenecen a los modelos de colas.	CA	PA	I	PD	CD
	8	4			

Consolidado pacientes atendidos en horas no pico

		Promedio llegada	Promedio Servicio	φ con 6 servidores	φ con 5 servidores	φ con 4 servidores	φ con 3 servidores	φ con 2 servidores	φ con 1 servidor
07h00	08h00	349	184	0,316123188	0,37934783	0,47418478	0,63224638	0,94836957	1,89673913
08h00	09h00	341	337	0,168644906	0,20237389	0,25296736	0,33728981	0,50593472	1,01186944
09h00	10h00	334	302	0,184326711	0,22119205	0,27649007	0,36865342	0,55298013	1,10596026
10h00	11h00	341	301	0,188815061	0,22657807	0,28322259	0,37763012	0,56644518	1,13289037
11h00	12h00	273	358	0,127094972	0,15251397	0,19064246	0,25418994	0,38128492	0,76256983
12h00	13h00	207	209	0,16507177	0,19808612	0,24760766	0,33014354	0,49521531	0,99043062
13h00	14h00	177	257	0,114785992	0,13774319	0,17217899	0,22957198	0,34435798	0,68871595
14h00	15h00	63	133	0,078947368	0,09473684	0,11842105	0,15789474	0,23684211	0,47368421
15h00	16h00	5	9	0,092592593	0,111111111	0,13888889	0,18518519	0,27777778	0,55555556
				0,159600285	0,19152034	0,23940043	0,31920057	0,47880085	0,95760171

Consolidado pacientes atendidos en horas pico

		Promedio llegada	Promedio Servicio	φ con 6 servidores	φ con 5 servidores	φ con 4 servidores	φ con 3 servidores	φ con 2 servidores	φ con 1 servidor
07h00	08h00	529	116	0,76005747	0,91206897	1,14008621	1,52011494	2,28017241	4,56034483
08h00	09h00	694	270	0,42839506	0,51407407	0,64259259	0,85679012	1,28518519	2,57037037
09h00	10h00	565	337	0,27942631	0,33531157	0,41913947	0,55885262	0,83827893	1,67655786
10h00	11h00	471	289	0,2716263	0,32595156	0,40743945	0,5432526	0,81487889	1,62975779
11h00	12h00	411	344	0,19912791	0,23895349	0,29869186	0,39825581	0,59738372	1,19476744
12h00	13h00	350	396	0,1473064	0,17676768	0,2209596	0,29461279	0,44191919	0,88383838
13h00	14h00	233	428	0,09073209	0,1088785	0,13609813	0,18146417	0,27219626	0,54439252
14h00	15h00	69	489	0,02351738	0,02822086	0,03527607	0,04703476	0,07055215	0,14110429
15h00	17h00	5	658	0,00126646	0,00151976	0,0018997	0,00253293	0,00379939	0,00759878
				0,24460615	0,29352738	0,36690923	0,48921231	0,73381846	1,46763692

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Alvarado, G. M., Cruz Jacobo, M. A., & Regalado Cruz, H. F. (Septiembre de 2014). *E-prints Repository Software*. Obtenido de Universidad de El Salvador.
- Aguilar Barojas, S., Hernández Camas, A., & Flores Castillo, K. M. (2007). Satisfacción por el tiempo de espera y surtimiento de medicamentos de afiliados y no al seguro. *Salud en Tabasco*, 647-653.
- Almanza U., & Marcelo E. (2006). ANALISIS DE LA ORGANIZACIÓN Y ATENCION DE EMERGENCIAS EN UN. *Ciencia Médica*, 13-14.
- Álvarez, C., José , F., Reich, S., & Luisa, A. (2016). Un enfoque diagnóstico integral de funcionamiento organizacional en un Hospital General. *Horizonte Sanitario*, 77-82.
- Anónimo. (10 de Marzo de 2016). *Confirmado.net*.
- Arroyo, I., Bravo, L. C., Llinás, H., & Muñoz, F. (2014). Distribuciones Poisson y Gamma: Una discreta y continua relación. *Prospectiva*, 99-107.
- Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador. (2008). Constitución del Ecuador 2008. Ecuador.
- Barreto Villanueva, A. (2012). El progreso de la Estadística y su utilidad en la evaluación del desarrollo. *Papeles de Población*, 1-31.
- Caba, N., Chamorro, O., & Fontalvo, T. (2013). *eumed.net*. EUMED.
- Cabero, J. (2014). Formación del profesorado universitario en TIC. Aplicación del método Delphi para la selección de los contenidos formativos. *Educación XXI*, 109-132.
- Carro, R., & González, D. (2012). *Modelos de línea de espera*. Mar del plata, Argentina: Facultad de Ciencias Sociales y Económicas.

- Censos, I. N. (2016). *INEC*. Obtenido de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/Camas_Egresos_Hospitalarios/Cam_Egre_Hos_2016/Anuario_camasyegresos_hospitalarios_2016.xlsx
- da Silva, E., dos Santos, I., & Serrao, R. (2016). Reduction of pain in clients with autoimmune bullous dermatoses: evaluation by fuzzy logic. *OBJN*, 675-682.
- Díaz, C., Aguilera, A., & Guillen, N. (2014). Lógica difusa vs. modelo de regresión múltiple para la selección de personal. *Ingeniare*, 547-559.
- D'Negri, C., & De Vito, E. (2006). Introducción al razonamiento. *Revista Argentina de Medicina Respiratoria*, 126-136.
- Esquivei, R., Felix, G., & Bello, R. (2014). Evaluación del impacto de la capacitación con lógica difusa. *Revista Chilena de Ingeniería*, 41-52.
- Flores, L., & Perez, R. (2016). Uso de conjuntos difusos para cuantificar el potencial de cuerpos académicos desde la. *Investigación y Ciencia*, vol. 24, 70-77.
- Friedrich, N. (2013). *El juramento Hipocrático y los Veterinarios*.
- García, M., & Suárez, M. (2013). Delphi method for the expert consultation in the scientific. *Revista Cubana de Salud Pública*, 253-267.
- González, C. (2012). *Lógica Difusa, Una introducción práctica*. UCLM.
- Maisel, & Gnugnoli. (1993). *Simulación - Un enfoque Práctico*. México: Limusa.
- Miranda, R. (2015). *Programacion en Matlab*.
- Morera-Salas, M. (2013). Revisión Sistemática de indicadores de desempeño hospitalario. *Sistemas de información científica*, 70-78.
- Navarrete, C., Pavel, K., Dueñas, Q., & Sergio, J. (14 de Julio de 2016). *Optimización de colas y redistribución de planta del sistema de inspección técnica vehicular en la empresa Cusco Imperial S.A.C. 2015-2016*.

- Nugraha, Y., Brown, I., & Sasongko, A. (2015). An Adaptive Wideband Delphi Method to Study State Cyber-Defence Requirements. *Emerging Topics in Computing*, 47-59.
- Olbrich, S., Pöppelbuß, J., & Niehaves, B. (2012). Critical Contextual Success Factors for Business Intelligence: A Delphi Study on Their Relevance, Variability, and Controllability . *Hawaii International Conference on System Sciences*, 4148-4157.
- Paredes, H. (6 de Abril de 2017). *El Ciudadano*.
- Pastor, R. T. (2010). Aplicación de la simulación a un sistema de colas de canal simple. *Perspectivas*, 91-112.
- Rabanal Martinez, J. L., & Sánchez Loayza, M. A. (2014). *Repositorio Academico USMP*. Obtenido de Universidad de San Martín de Porres.
- Reina, D. (2008). *Fundamentos de Matemática Difusa*.
- Rodríguez-Aragón, L. J. (Marzo de 2011). Simulación, Método de Montecarlo.
- Sánchez Martínez, A. M., & Rodríguez Vivas, E. M. (Noviembre de 2016). *Vitela repositorio institucional*. Obtenido de Pontificia Universidad Javeriana Cali: http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/8008/Propuesta_mejoramiento_proceso_atencion.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Segura, M., Salamanca, J., & Munevar, E. (2017). Monte Carlo Threshold Energy Estimation for $A + B \rightarrow C + D$ processes: An Educational Resource in Experimental High Energy Physics Research. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 1-10.
- Steurer, J. (2011). The Delphi method: an efficient procedure. *Perspective*, 959-961.
- Zhou, X., Luo, R., Zhao, C., Xia, X., Lev, B., Chai, J., & Li, R. (2016). Bilevel Fuzzy Chance Constrained Hospital Outpatient Appointment Scheduling Model. *Hindawi*, 1-14.