

## CONCEPCIONES TEÓRICAS SOBRE LA CALIDAD EN LA GESTIÓN DE LOS SERVICIOS Y SU EFECTIVIDAD DESDE LA TEORÍA DE COLAS

### THEORETICAL CONCEPTIONS ABOUT QUALITY IN THE MANAGEMENT OF SERVICES AND THEIR EFFECTIVENESS FROM THE THEORY OF QUEUES

Josué Linares Cos<sup>I</sup>, <https://orcid.org/0000-0003-0400-2938>

José Alberto Vilalta Alonso<sup>II</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-7505-8918>

Rosario Garza Ríos<sup>II</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6290-2200>

<sup>I</sup> Empresa de Telecomunicaciones de Cuba (ETECSA) [josue.linares@etecsa.cu](mailto:josue.linares@etecsa.cu)

<sup>II</sup> Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echeverría” (CUJAE), La Habana, Cuba,  
[jvilalta@ind.cujae.edu.cu](mailto:jvilalta@ind.cujae.edu.cu), [rosariog@ind.cujae.edu.cu](mailto:rosariog@ind.cujae.edu.cu)

*Recibido: 21/05/2019*

*Aceptado: 31/04/2020*

#### Resumen

El artículo concibió el objetivo de investigar los aspectos teóricos que vinculan la teoría de colas con la calidad de los servicios; en el proceso de investigación fueron detallados los indicadores de desempeño que permiten evaluar la calidad de un determinado servicio. Para concretar el estudio, se realizó una búsqueda bibliográfica que permitió exponer la esencia de los diferentes conceptos abordados e interpretarlos con la finalidad de enriquecer el tema objeto de estudio. Como resultado de la investigación se pudo concluir que, desde la perspectiva conceptual, la teoría de colas y su nivel de gestión constituyen factores esenciales para evaluar la calidad de un servicio, vista en dos dimensiones, la relativa al cliente y la asociada con las características propias del servicio, y que el análisis estadístico de los indicadores de desempeño permite fomentar la mejora continua de un proceso de servicio.

**Palabras claves:** calidad, servicios, sistemas de servicios, teoría de colas, indicadores.

#### Abstract

The paper conceived the objective of investigating the theoretical aspects that link queuing theory with the quality of services; in the research process, the performance indicators that allow evaluating the quality of a certain service were detailed. To concretize the study, a bibliographic search was carried out that allowed exposing the essence of the different concepts addressed and interpreting them in order to enrich the subject under study. As a result of the investigation, it was concluded that, from a conceptual perspective, queuing theory and its management level are essential factors in evaluating the quality of a service seen in two dimensions, the one related to the client and the one associated with the

# CONCEPCIONES TEÓRICAS SOBRE LA CALIDAD EN LA GESTIÓN DE LOS SERVICIOS Y SU EFECTIVIDAD DESDE LA TEORÍA DE COLAS

---

characteristics of the service, and that the statistical analysis of the performance indicators allows the continuous improvement of a service process to be promoted.

**Keywords:** quality, services, service systems, queuing theory, indicators.

## Introducción

La importancia del estudio referido a la calidad en la gestión de los servicios ha constituido una temática de suma importancia en términos de propiciar la mejora continua de los procesos de servicio. En tal sentido, la teoría de colas representa uno de los métodos más adecuados para estudiar la efectividad de determinado sistema de servicio, sobre la base de sus indicadores de desempeño. La rapidez en la atención representa un importante indicador que debe contemplarse en toda proyección estratégica de una organización que brinda un servicio, dado las implicaciones sociales y económicas que generan los eventos asociados a clientes insatisfechos que deciden marcharse del sistema de servicio hacia otras entidades posibles, por el extenso tiempo que deben esperar para ser atendidos.

La finalidad de un sistema de servicio debe estar orientada a concebir un diseño que integre los elementos necesarios para lograr una mayor fluidez en el nivel de atención al cliente y por consiguiente permita equilibrar los costos que por diferentes conceptos se generan. Una correcta estrategia de atención potenciaría las capacidades del sistema de servicio y su convergencia en una mayor satisfacción de los clientes, teniendo en consideración que el estudio de colas aporta los elementos teóricos sobre la correspondencia de un servicio y sus respectivos recursos. Sobre la base de lo expresado con anterioridad, el objetivo de la presente investigación radica en realizar un estudio teórico sobre la calidad en la gestión del servicio y la teoría de colas.

## Materiales y Métodos

Los métodos utilizados fueron el análisis documental, fundamentado en todo el proceso de consulta, revisión e interpretación de la bibliografía científica utilizada, tanto en el contexto nacional como internacional, para concretar la justificación teórica del impacto de la teoría de colas en la calidad del servicio al cliente. Como premisa se contemplan los conceptos asociados a la calidad contemplada en la gestión del servicio, mediante la identificación de los elementos que propician caracterizar a un determinado servicio, visto desde su nivel de gestión.

Subsiguientemente se establece una relación conceptual entre la gestión de un servicio y la teoría de colas, a través de la conceptualización de los indicadores integrados en un proceso básico de colas, los que posibilitan evaluar el desempeño de un determinado servicio. En términos generales se procedió al estudio del efecto de los costos de un sistema de servicio, requeridos para medir su eficiencia desde dos perspectivas esenciales: la perspectiva del servicio propio, interpretada por el valor esperado del costo del servicio, y la perspectiva del cliente, justificada por el valor esperado del costo de espera. La revisión de la literatura se estructuró en los temas referidos a la calidad en la gestión del servicio y su vínculo con la teoría de colas, el proceso básico de colas y sus características, modelos de colas aplicables a diferentes sistemas de servicio,

## Calidad en la Gestión del servicio y su vínculo con la teoría de colas

La calidad en la gestión del servicio se identifica con la satisfacción del cliente, destacando que un cliente queda satisfecho si se le ofrece todo lo que él esperaba encontrar y más. Al estar determinada esta satisfacción por aspectos subjetivos como las expectativas y la percepción, la calidad no siempre se puede cuantificar o definir en términos objetivos, lo que hace necesario a las organizaciones el retroalimentarse en forma constante con la percepción de los clientes respecto a su servicio.<sup>1</sup> El servicio y su nivel de gestión constituyen una posibilidad para elevar el nivel de percepción que tiene el cliente respecto al producto, aumentando así su valor. La efectividad de toda gestión depende de elementos como la rapidez de respuesta, amabilidad, profesionalismo y credibilidad, entre otros aspectos importantes.<sup>2</sup>

Otros criterios recogidos abordan que la gestión del servicio, se corresponde con aquellas características especiales que permiten evaluar la calidad del mismo. Desde la óptica de la calidad, la gestión del servicio integra un conjunto de elementos que permiten caracterizar al mismo y a la vez concretar la determinación de los requerimientos de los clientes.<sup>3</sup> Entre otras consideraciones, la gestión en términos de la calidad del servicio que se oferta al cliente, comprende un conjunto de características relativas a determinados factores, tales como:

- Técnicos.
- Psicológicos.
- Temporales.
- Contractuales.
- Éticos.

Según la naturaleza de los factores mencionados, el servicio puede ser visto a través de tres dimensiones:

- Oferta: Entorno dentro del cual se presta el servicio.
- Condiciones ambientales: Bienes materiales y facilitadores.
- Servicio al cliente: Atributos relacionados con la interacción empleado-cliente.

La calidad en la gestión del servicio es un proceso determinado de trabajo, que produce resultados en correspondencia con las necesidades de los clientes, siendo éstos últimos la razón de ser del proceso, su finalidad. Según lo expuesto con anterioridad, la Gestión de la Calidad Total es en primera instancia una filosofía que orienta la función gerencial a la satisfacción de las necesidades del cliente, al menor costo posible, entregándoles a los mismos un producto o servicio en condiciones óptimas.<sup>4</sup>

La calidad y sus niveles de gestión representan un factor determinante en la satisfacción de los clientes, dado que el principio básico de toda organización y en particular de la gestión del servicio debe estar orientado al cumplimiento de las expectativas de los clientes. La importancia de una adecuada calidad en la gestión del servicio constituye una de las estrategias más fundamentales de toda empresa, y que los recursos humanos se enmarcan dentro de los elementos más importantes para brindar un servicio con calidad.<sup>5</sup>

Un servicio con calidad, sobre la base de las gestiones que propicien el logro de la misma, es aquel en el que se tienen definidas y cumplidas las expectativas de los clientes e identificadas las experiencias

## CONCEPCIONES TEÓRICAS SOBRE LA CALIDAD EN LA GESTIÓN DE LOS SERVICIOS Y SU EFECTIVIDAD DESDE LA TEORÍA DE COLAS

posteriores a la recepción del servicio por parte del cliente. Entre otros aspectos, posibilita diferenciar a los diferentes clientes en términos de sus frecuentes demandas, su satisfacción y lealtad al servicio.<sup>6</sup> Visto de la óptica conceptual, la interrelación servicio-cliente puede ser vista contemplando el establecimiento de la siguiente clasificación de variables, presentada en la figura 1.

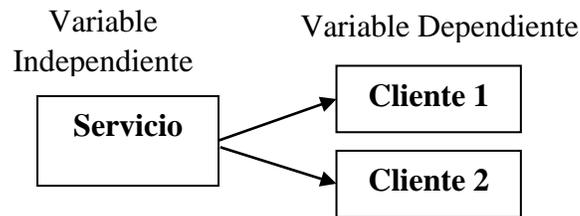


Figura.1: Relación servicio-cliente.  
Fuente: Elaboración propia

En sentido general, se puede aducir que la gestión de la calidad del servicio está debidamente enlazada a un proceso de optimización, en correspondencia con los niveles de ofertas al cliente y la mejora de los ingresos. En todo el arsenal de aspectos intrínsecos en el servicio y que por consiguiente evalúan su efectividad, subyace la importancia de analizar y definir cuán eficiente es el mismo. Un denominador común en los conceptos relacionados lo constituyen todas aquellas acciones que desarrollan las organizaciones para lograr una correspondencia entre el cumplimiento de los objetivos y la satisfacción de los clientes, en términos de sus expectativas. Cumplir dichas expectativas se traduce en valorar la correspondencia entre la evaluación o percepción de éstos sobre los tiempos de prestación del servicio y el nivel de calidad ofertado por determinada organización, visto desde las características propias de su funcionamiento.

La gestión del servicio y la calidad del mismo es evaluable a través de la medición de indicadores asociados a fenómenos de espera, y que éstos se basan fundamentalmente en la obtención de un balance económico entre el costo de servicio y el costo asociado con la espera para recibir el servicio. Para justificar el funcionamiento de todo sistema de servicio y el nivel de gestión requerido, es menester estudiar las características de la población de clientes que potencialmente acuden al servicio, teniendo en cuenta además su distribución probabilística. La cola y su nivel de gestión están caracterizados por el número máximo de unidades que puede contener, incluyéndose que el servicio y su nivel de gestión deben evaluarse mediante el análisis de tres elementos fundamentales:

1. Tiempo de servicio
2. Disciplina del Servicio
3. Cantidad de Estaciones de Servicio.

El tiempo de Servicio, representa el tiempo que transcurre desde que una unidad comienza a recibir el servicio hasta que es completado; se denomina también eficiencia del servicio. Su característica más importante es su distribución de probabilidad que sigue, siendo la más frecuente la exponencial.<sup>7</sup> De manera particular, uno de los indicadores más importantes de todo sistema de servicio lo constituye el tiempo de ejecución del mismo, visto como el tiempo que un cliente o unidad pasa con el servidor una vez que ha comenzado el servicio. Se ha valorado que, cuando los tiempos de servicios son aleatorios se pueden calcular aproximadamente con la distribución exponencial y de este modo asumir el ritmo de servicio como la capacidad del servicio de atender determinada cantidad de clientes por unidad de

## CONCEPCIONES TEÓRICAS SOBRE LA CALIDAD EN LA GESTIÓN DE LOS SERVICIOS Y SU EFECTIVIDAD DESDE LA TEORÍA DE COLAS

---

tiempo. La Disciplina del Servicio más generalizada es la FIFO, definida sobre la base de la frase First In-First out, que significa el primero que entra es el primero en salir. En determinadas ocasiones se manifiesta de forma aleatoria, cuando la forma de atención concierne a asignar o escoger a los clientes de forma aleatoria.<sup>8</sup> Las configuraciones de los sistemas de servicio constan de cuatro terminologías y notaciones, puntualizando que las mismas convergen un conjunto de variables que posibilitan evaluar la calidad del servicio ofertado.

Se resalta además que la teoría de colas es el estudio matemático de las líneas de espera dentro de un sistema. Esta teoría estudia factores como el tiempo de espera medio en las colas o la capacidad de trabajo del sistema sin que llegue a colapsar. Dentro de las matemáticas, la teoría de colas se engloba en la investigación de operaciones y es un complemento muy importante a la teoría de sistemas y la teoría de control. En el caso concreto de la ingeniería, se expresa que la teoría de colas permite modelar sistemas en los que varios agentes que demandan cierto servicio o prestación, confluyen en un mismo servidor y, por lo tanto, pueden registrarse esperas desde que un agente llega al sistema y el servidor atiende sus demandas. En este sentido, la teoría es muy útil para modelar procesos tales como la llegada de datos a una cola en ciencias de la computación, la congestión de red de computadoras o de telecomunicación, o la implementación de una cadena productiva en la ingeniería industrial.<sup>8</sup>

Sobre la base de lo expresado se expone que la teoría de colas tiene como objetivo evaluar las diferentes dimensiones del servicio.<sup>9</sup> Estas pueden estar relacionadas con las actividades de:

- Conocer e identificar los tipos de costos que se generan en los sistemas de colas de espera.
- Conocer e identificar las estructuras típicas de los sistemas de colas de espera y el impacto de las mismas en la calidad del servicio.
- Conocer y aplicar los supuestos y las ecuaciones para los modelos, con la finalidad de estudiar los sistemas correspondientes.
- Formular y aplicar los modelos de sistemas de colas de espera para encontrar la capacidad de servicio que minimiza el costo total del sistema.

Los sistemas de líneas de espera son probabilísticos o aleatorios, teniendo en cuenta fundamentalmente los indicadores vinculados al arribo de los clientes y el tiempo de servicio, dado que no se puede predecir la ocurrencia de ambos, la distribución apropiada para la llegada de clientes es la Poisson. Hacen alusión a que los modelos permiten encontrar el comportamiento del estado estable, como la longitud promedio de la línea (L) y el tiempo promedio para un sistema dado.<sup>9</sup>

La teoría de colas fundamentada en su gestión y su impacto en la calidad de la gestión del servicio son factores determinantes para concretar los niveles de calidad en los bienes y servicios que se ofertan al cliente, abordando que el efecto de la espera por parte de éste, tanto en cola como en el sistema de manera integral, propicia determinado grado de insatisfacción por el servicio, dado el impacto negativo que este fenómeno genera en éstos.<sup>10</sup>

El objetivo de la teoría de colas, como disciplina matemática, radica en modelar sistemas de espera que funcionan bajo determinados requisitos. En éstos existe un medio al que llegan clientes demandando cierto servicio; luego de que la demanda no puede ser satisfecha, se genera una cola (o línea de espera) de clientes en espera de ser atendidos por el o los servidores correspondientes.<sup>11</sup> Representa el estudio

## CONCEPCIONES TEÓRICAS SOBRE LA CALIDAD EN LA GESTIÓN DE LOS SERVICIOS Y SU EFECTIVIDAD DESDE LA TEORÍA DE COLAS

---

de la espera en las distintas modalidades y que su aplicación resulta efectiva para el estudio de servicios comerciales.

La utilización de los modelos de colas es válida para representar los tipos de sistemas de líneas de espera que surgen en la práctica.<sup>12</sup> Entre otras consideraciones, estos modelos de líneas de espera son muy útiles para determinar cómo mejorar la gestión de colas y de este modo la calidad del servicio al cliente. La mejora en la calidad está dada por la capacidad que posea todo sistema u organización para reducir en lo posible la espera de los clientes por el servicio, y a su vez la estancia de éstos en todo el sistema, según la relación establecida con el tiempo de servicio.<sup>13</sup>

Los criterios expuestos por los distintos autores confluyen en puntos comunes, a partir de destacarse en cada uno de ellos los principales indicadores que evalúan el desempeño de un servicio cualquiera y que proyectan la toma de decisiones en base a la comprensión adecuada de la interacción servicio-cliente; se refiere en todos los casos las características probabilísticas o de aleatoriedad de dichos indicadores, particularmente los asociados a la razón de arribos y el tiempo de servicio. Algunas de las valoraciones abordadas carecen de la inclusión del impacto que sobre la percepción del cliente generan los indicadores que evalúan el desempeño del servicio en la concepción de un estudio de colas, constituyendo esta concepción un importante criterio para determinar el nivel de calidad percibida por dicho cliente y fomentar la mejora continua de los procesos de servicio.

### Proceso básico de colas y sus características

El proceso básico supuesto por la mayoría de los modelos de colas, es el siguiente: los clientes que requieren un servicio se generan en el tiempo de una fuente de entrada; luego, entran al sistema y se unen a una cola. En determinado momento se selecciona una unidad de la cola para proporcionarle el servicio mediante alguna regla conocida como disciplina de la cola, vista como el orden en que sus miembros se seleccionan para recibir el servicio, según diferentes aristas, como primero en entrar, primero en salir; aleatoria; de acuerdo con algún procedimiento de prioridad o con algún otro orden. Precisan los autores que en los modelos de colas se supone como normal a la disciplina de primero en entrar, primero en salir, a menos que se establezca de otra manera. Se lleva a cabo el servicio que el cliente requiere mediante un mecanismo de servicio, y posteriormente el cliente sale del sistema de colas. Destacan que son variados los supuestos requeridos para describir los diferentes elementos del proceso de colas, de acuerdo a los patrones estadísticos que detallan su comportamiento.<sup>12</sup>

Una cola representa un sistema con uno o más recursos disponibles para una población de usuarios. La teoría de colas se dedica al estudio de dichos sistemas; se emplea para modelar las características de un centro de atención a los usuarios.<sup>14</sup> Destacan, entre otros aspectos, que en el campo de las comunicaciones el proceso básico de colas se ha empleado para evaluar la efectividad de determinado servicio, sobre la base de las herramientas requeridas para evaluar la calidad del mismo. Refiere de forma particular que una cola es un sistema con una serie de recursos y una línea de espera, en la que las peticiones de una población de usuarios aguardan a que alguno de los recursos quede disponible para ser atendidos. El tamaño de la cola puede ser limitado o ilimitado.

El proceso básico de colas lo conforma un conjunto de factores que posibilitan comprender y caracterizar el funcionamiento de un servicio. Estos factores, están interrelacionados entre sí y se proyectan para evaluar integralmente el desempeño de un sistema dado. Un aspecto elemental en las

## CONCEPCIONES TEÓRICAS SOBRE LA CALIDAD EN LA GESTIÓN DE LOS SERVICIOS Y SU EFECTIVIDAD DESDE LA TEORÍA DE COLAS

valoraciones emitidas por los autores, es el referido a la importancia de describir el proceso de colas concibiendo como criterio sus particularidades en función del nivel de utilización de los servidores y su influencia en el comportamiento del tiempo de espera de los clientes.<sup>8</sup> Dicho proceso estudia el comportamiento de los sistemas de atención sujetos a diferentes condiciones de funcionamiento, en que los clientes a veces deben esperar por el servicio.<sup>15</sup> Sus modelos apoyan la toma de decisiones, según los indicadores de desempeño a medir.

Otros criterios refieren que un aspecto determinante para la calidad del servicio lo constituye el tiempo que se debe esperar todo cliente para obtenerlo y su repercusión en el tiempo de estancia en el sistema como una de las variables más elementales; entre otras consideraciones enfatizan los autores en la importancia del establecimiento adecuado de la disciplina de atención, en función de criterios organizativos y un conjunto de prioridades. El tiempo se divide en dos componentes: el lapso de servicio y el tiempo de espera. El modelo de sistema de espera se muestra en la Figura 2.

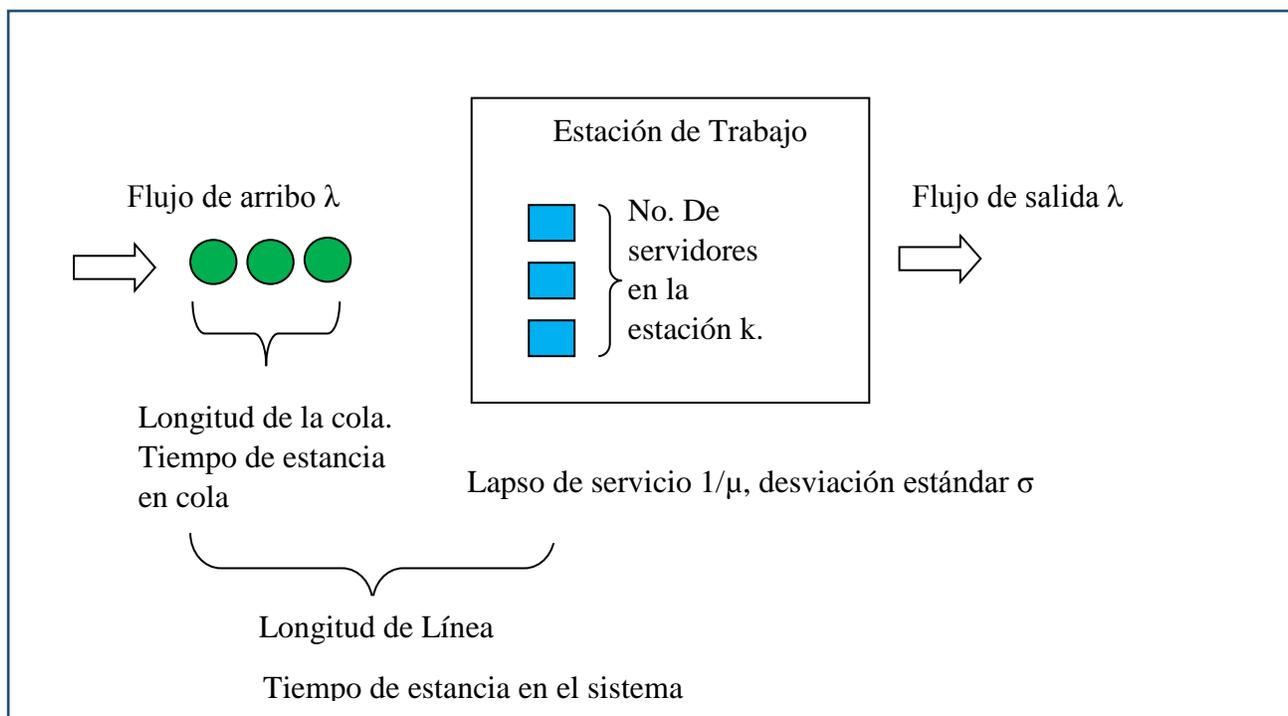


Figura 2. Indicadores básicos de un proceso de cola.

Fuente: Elaboración propia

Los autores Patricio y Alan abordan también que, a partir del modelo mostrado con anterioridad, se pueden identificar los indicadores de gestión más relevantes, los cuales se ordenan acorde a 4 perspectivas:

1. Relacionados con los procesos internos.
2. De interés de los Administradores de Empresas (De Eficiencia).
3. De interés de los clientes (De Eficacia).
4. Relacionados con la proyección de futuro, no incluidos para el presente análisis.

## CONCEPCIONES TEÓRICAS SOBRE LA CALIDAD EN LA GESTIÓN DE LOS SERVICIOS Y SU EFECTIVIDAD DESDE LA TEORÍA DE COLAS

Relacionado a los procesos internos se establecen:

- $\lambda$ : flujo promedio de llegadas o tasa de recepción de órdenes de atención está concebida en unidades físicas/unidades de tiempo.<sup>15</sup> El flujo promedio de llegadas es inversamente proporcional al tiempo entre el arribo de dos unidades de flujo consecutivas a la estación de trabajo, indicando que a mayor flujo de recepción, menor el tiempo entre dos llegadas consecutivas, es decir se calcula como  $1/\lambda$ . En términos generales, aducen los autores que la cola no puede crecer ni disminuir ilimitadamente, por lo que el flujo de llegada es idéntico al de salida.<sup>7</sup>
- $\sigma$  (h/u): desviación estándar del lapso de servicio. Por definición es la raíz cuadrada de la varianza, equivalente al valor esperado de las diferencias la cuadrado entre cada una de las observaciones y su promedio.
- $k$ : número de servidores o recursos de la estación de trabajo por lo que es una medida de capacidad de atención. Para que la cola no se torne infinita, debe ocurrir que el flujo de atención máximo debe ser superior al flujo de recepción, es decir:  $\lambda < k * \mu$

En los indicadores de interés del Administrador se tienen:

- $I$ : Número de servidores ocupados en el sistema. También se interpreta como el inventario promedio, que equivale al flujo de salida \* lapso de servicio. Representa una variable aleatoria:  $I = \lambda * 1/\mu$
- $\rho$ : Factor de utilización. Es igual a la razón entre el número promedio de servidores ocupados y el número total de servidores.  $\rho = I/k = \lambda/k * \mu$

Tanto  $I$  como  $\rho$  miden la utilización del sistema o los recursos, la que conviene maximizar desde el punto de vista de la eficiencia. Los indicadores relacionados con la cantidad de clientes en el sistema de espera son: número medio de unidades en cola ( $L_q$ ) y el número medio de unidades en el sistema ( $L$ ).<sup>7</sup>

En los indicadores de interés del Cliente concernientes con la evaluación objetiva del servicio entregado a los clientes están la:

- $P_0$ : Probabilidad de que el sistema esté vacío. Si sólo hay un servidor  $P_0$  representa también el porcentaje de clientes que son atendidos de inmediato.
- $P_n$ : Probabilidad de que hayan exactamente  $n$  clientes en el sistema.

El comportamiento de los clientes en espera juega un papel fundamental en el análisis de las colas, que converge en el establecimiento del análisis vinculado al tiempo de estancia en el sistema. Desde dicha perspectiva, los clientes pueden rehusar totalmente a la cola por haber esperado demasiado. La política tradicional se ajusta a la condición de que los clientes además, permanezcan en una única fila con disciplina FIFO, hasta que les corresponda el turno de proceder a los servidores que se encuentran en paralelo; una vez que proceden al área de servicio no se les permite cambiar de servidor.<sup>16</sup>

Se añade que el diseño de la instalación de servicio puede comprender servidores en paralelo o en serie, o bien pueden formar una red, resaltando que un elemento importante para evaluar las

## CONCEPCIONES TEÓRICAS SOBRE LA CALIDAD EN LA GESTIÓN DE LOS SERVICIOS Y SU EFECTIVIDAD DESDE LA TEORÍA DE COLAS

condiciones y definir las características del modelo de cola lo constituye la fuente donde se generan los clientes, expresando que puede ser finita o infinita y que las variaciones de los elementos de un caso de colas dan lugar a modelos de colas.

Para fundamentar los modelos es preciso establecer una metodología de análisis de procesos con base en los pasos o criterios siguientes:

1. Formulación del problema y establecimiento de objetivos y criterios; delineación de las necesidades de operación.
2. Inspección preliminar y clasificación del proceso con el fin de descomponerlo en subsistemas (elementos).
3. Determinación preliminar de las relaciones entre los subsistemas.
4. Análisis de las variables y relaciones para obtener un conjunto tan sencillo y consistente como sea posible.
5. Establecimiento de un modelo matemático (en los casos en los que sea aplicable) de las relaciones en función de las variables y parámetros; descripción de los elementos que solamente se pueden representar en forma incompleta mediante modelos matemáticos.
6. Evaluación de la forma en la que el modelo representa al proceso real, utilizando el juicio crítico personal para acoplar las representaciones matemáticas con las no matemáticas.<sup>17</sup>

La figura 3 indica la naturaleza crítica de estas etapas.

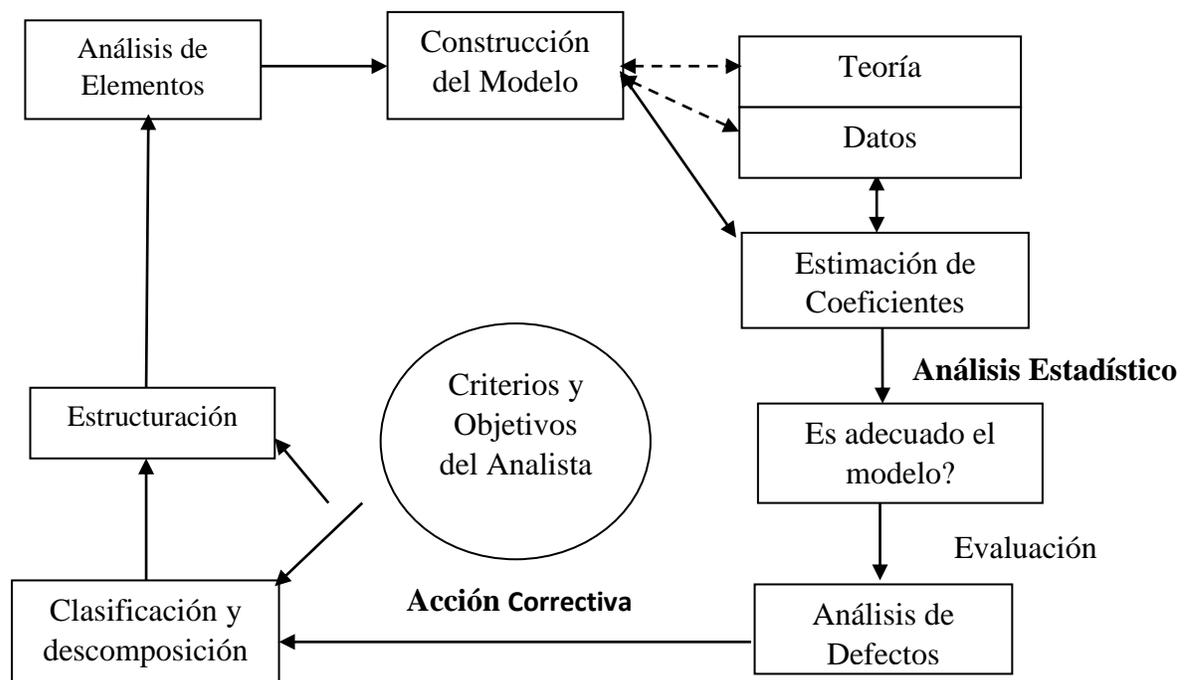


Figura 3. Metodología de análisis de procesos de colas.

Fuente: Elaboración propia

## CONCEPCIONES TEÓRICAS SOBRE LA CALIDAD EN LA GESTIÓN DE LOS SERVICIOS Y SU EFECTIVIDAD DESDE LA TEORÍA DE COLAS

---

Integralmente un proceso básico de colas describe toda aquella secuencia de actividades que se ponen de manifiesto en el punto de partida en el cual un cliente demanda un servicio. En dicho proceso interactúan dos elementos que originan en sí el funcionamiento de todo sistema de servicio; el primero es la población de entidades, que potencialmente acuden al servicio, y el otro lo constituye el propio sistema de servicio desglosado en los componentes que lo caracterizan, como la cantidad de servidores habilitados, la velocidad de atención traducida en la capacidad de respuesta a determinada solicitud, la disciplina o filosofía de atención, y otros componentes subjetivos que complementan la calidad del proceso.

Los criterios valorados han presentado muchos puntos comunes, aunque es válido destacar que los vinculados a los autores Patricio y Alan, contemplan la inclusión de las cuatro perspectivas referidas, y por tales motivos han extendido el alcance o concepción del marco conceptual asociado a la teoría de colas.

También se aduce que D.G. Kendall sugirió una notación de gran utilidad para clasificar la amplia diversidad de los diferentes modelos de línea de espera que se han desarrollado.<sup>9</sup> La notación de Kendall, en su concepción más general, consta de un modelo  $M/M/S:Y;Z$ , con los elementos siguientes:

M: Indica que la razón de arribos de las entidades al sistema se distribuye Poisson, o que el tiempo entre dos arribos consecutivos es exponencial.

M: Expresa que la razón de servicios es Poisson, o que el tiempo entre servicios es exponencial.

S: Cantidad de estaciones de servicio.

Y: Capacidad del Sistema (Finita o Infinita)

Z: Disciplina de la cola (Generalmente la concebida es FIFO)

El modelo bajo el criterio o establecimiento de la Notación de Kendall, posee entradas Poisson y tiempos de servicio exponencial. Es decir, supone que tanto los tiempos entre llegadas como los de servicio son independientes e idénticamente distribuidos según una exponencial, además de un número de servidores igual a S.<sup>18</sup> Resalta el autor que es muy usual la utilización de únicamente los tres primeros símbolos. Destaca que si esto ocurre, se supone que la capacidad del sistema es ilimitada y que la disciplina es FIFO.

Las etapas que describen las características de un sistema de colas son seis, añadiendo el número de etapas de servicio, a las etapas definidas en la notación de Kendall Lee. Algunos autores incluyen una séptima característica, vinculada a la población de posibles clientes.

Específicamente en el aspecto referido a la cantidad de estaciones de servicio, es evidente la preferencia de utilizar sistemas multiservicios con una única línea de espera para todos, que con una cola por servidor. Por tanto, cuando se habla de canales de servicio paralelos, se refiere a una cola que alimenta a varios servidores; mientras que el caso de colas independientes se asemeja, en determinados casos, a múltiples sistemas con un solo servidor, representando una variante de servicio que se puede aplicar para mejorar la efectividad en la atención al cliente, según las características del sistema.<sup>18</sup>

A continuación (figura 4) se muestran las diferentes variantes, vinculadas a lo expuesto anteriormente.

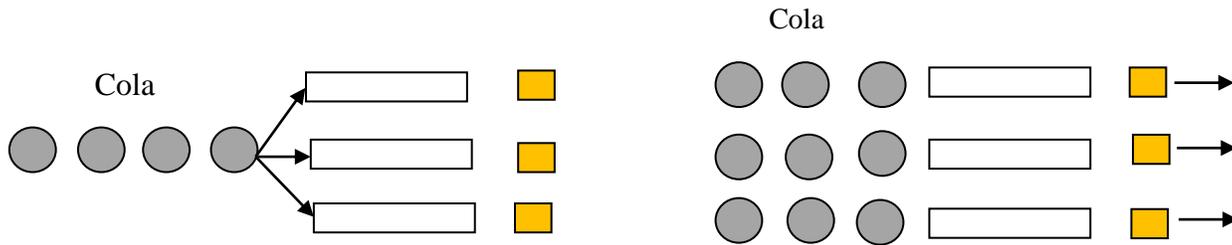


Figura 4. Sistemas de colas multicanal.

Fuente: Elaboración propia

## Condición de estado estable

Se revela además que cuando un determinado sistema acaba de iniciarse, su estado se ve afectado por las condiciones iniciales y el tiempo transcurrido. El sistema se encuentra entonces en condición transitoria. Una vez transcurrido cierto tiempo, el estado del sistema se vuelve independiente del estado inicial y del tiempo transcurrido de éste. Por tales condiciones, cuando se llega a éste punto el sistema se encuentra en estado estable.<sup>18</sup> Para concretar tal justificación, el punto de partida lo representa la relación  $\rho = \lambda / (\mu * S) < 1$ , siendo  $\rho$  el factor de utilización del sistema. La notación de éste sistema estable está condicionada por las relaciones funcionales de los indicadores a evaluar, en correspondencia con el tipo de modelo a emplear, siendo apropiado su análisis para los casos típicos de cola infinita.

A partir de lo expresado anteriormente, un sistema de cola con capacidad infinita y servidores establecidos en paralelo es estable cuando la demanda del servicio, expresada por la cantidad de clientes que fluyen al mismo, es inferior a la capacidad instalada. En el caso contrario, el sistema se califica de no estable y esto implica justificar la no validez del modelo aplicado.<sup>19</sup>

La exigencia para lograr la estabilidad de un sistema de servicio con capacidad indefinida está representada por la disponibilidad de los servidores y la velocidad del servicio en función del tiempo de ejecución y todo el fenómeno que se describe en el sistema concurre en la evaluación importante del indicador referido al tiempo de estancia de los clientes en el sistema, que comprende de manera integral los efectos del tiempo de espera en cola, más el tiempo de servicio.<sup>20</sup> Garantizar la estabilidad de un modelo de cola con capacidad ilimitada representa un principio elemental para justificar la validez del empleo de un modelo con éstas características. Las valoraciones de los diferentes autores estudiados se enmarcan en comprender la relación existente entre el flujo de entidades que proceden a demandar un servicio y la capacidad instalada del mismo; la relación en cuestión direcciona la toma de decisiones de toda organización, acorde a su comportamiento.

## Modelos de Colas aplicables a diferentes sistemas de servicio

Existe una relación amplia de modelos, aunque serán referenciados sólo los más importantes a los efectos del análisis a materializar. El modelo M/M/S:  $\infty$ ; FIFO, supone que tanto los tiempos entre llegadas como como los de servicio poseen distribución exponencial y que el número de servidores es S (Cualquier entero positivo), restringido en este caso particular a 1. La población definida para dichos

## CONCEPCIONES TEÓRICAS SOBRE LA CALIDAD EN LA GESTIÓN DE LOS SERVICIOS Y SU EFECTIVIDAD DESDE LA TEORÍA DE COLAS

---

modelos es infinita.<sup>7</sup> Para el caso en que el número de servidores difiera de 1:  $M/M/S \neq 1:\infty$ : FIFO, las relaciones lógico-funcionales se establecen de manera diferente; aunque es importante tener en cuenta que los requerimientos de las variables o indicadores no cambia.

Existen además modelos que son aplicables a sistemas con tamaños de Cola Finita (C.F), en los que no se permite la entrada de un determinado cliente al sistema cuando éste se encuentra al máximo de su capacidad, provocando que se originen pérdidas en el mismo. En estos casos específicos se evalúa la fracción de clientes potenciales que se pierden, o probabilidad de que un cliente arribe al sistema y no se pueda incorporar. La capacidad (K) de dicho sistema se determina por la suma de la cola máxima más la cantidad de servidores establecidos. ( $K = \text{cola máxima} + S$ ). La forma de describirlos es la siguiente:  $M/M/S: K$ ; FIFO. El tamaño de la población objeto de análisis para los modelos con estas características es infinito.

Cuando la variación de la fuente de entrada al sistema es limitada (Fuente Limitada: FL), la capacidad del sistema se define en función del tamaño limitado o conocido de la población. Los modelos con fuentes de entrada finitas se plantean del modo siguiente:  $M/M/S: FL$ ; FIFO.

Basado en lo referido con antelación, se ha evidenciado que existen diferentes condiciones de un sistema de servicio regido por relaciones funcionales entre sus indicadores de desempeño, así como las tablas requeridas para estimar determinados indicadores.<sup>7</sup>

Otras valoraciones refieren que la aplicación e interpretación de los modelos permiten trazar las estrategias adecuadas para evaluar la calidad del servicio según las expectativas de los clientes. Bajo este principio es vital analizar la influencia del número de clientes que esperan por un servicio, así como aquellos indicadores que enlazan al servicio con la gestión de las colas.<sup>21</sup>

La efectividad en la aplicación de los diferentes modelos es relativa a la correspondencia entre la disponibilidad de los servidores y la cantidad de clientes que esperan para recibir el servicio. La efectividad permite valorar la eficiencia y la calidad del servicio. Todo el funcionamiento del sistema debe concebirse a través del balance entre el tiempo de servicio y su impacto en el tiempo de espera de los clientes en cola y en el sistema completo.

De manera general y teniendo en cuenta los diferentes criterios emitidos por los diferentes autores, el estudio e implementación de técnicas asociadas con la teoría de colas, es de gran importancia para gestionar y mejorar la calidad de un determinado servicio, a partir de la premisa relacionada con el cumplimiento de las expectativas del cliente.<sup>22</sup> Realizar integralmente un estudio de las variables o indicadores que permiten la evaluación del desempeño del servicio, sobre la base de la generación de las colas para recibir el servicio, propicia que la convergencia de los resultados en las decisiones a tomar sea lo más eficaz posible. El correcto establecimiento y estructuración de los correspondientes modelos juegan un papel determinante en la validez de las investigaciones desarrolladas en el contexto de las particularidades del sistema de servicio.

De forma similar todos los criterios analizados enfatizan en la importancia de gestionar y potenciar adecuadamente la correspondencia entre las potencialidades del servicio y las necesidades de los clientes, siendo una estrategia elemental en la validación de la calidad del servicio que se oferta a disímiles clientes.

# CONCEPCIONES TEÓRICAS SOBRE LA CALIDAD EN LA GESTIÓN DE LOS SERVICIOS Y SU EFECTIVIDAD DESDE LA TEORÍA DE COLAS

## Análisis económico de sistemas de servicio

Evaluar económicamente un servicio y la calidad del mismo, en términos de su eficiencia económica, representa un aspecto de suma importancia para determinar las soluciones que permitan optimizar su funcionamiento. El análisis económico de los sistemas de servicio incluye dos elementos contradictorios: el nivel de servicio y el tiempo de espera de las unidades que acuden a recibir el servicio. El nivel de servicio depende del número de estaciones de servicio  $S$  y la eficiencia de dichas estaciones  $(\mu)$ .

Muy estrechamente relacionado a estos elementos se encuentran los costos, y que en tal sentido resulta necesario obtener una solución de compromiso para determinada situación.<sup>7</sup> Entre otros aspectos, la determinación del costo por el tiempo de espera no es tan sencilla por el carácter subjetivo que posee, siendo responsabilidad del que debe tomar la decisión. Matemáticamente, la función del costo total del sistema se determina por la minimización de la fórmula:  $E(Ct) = E(Cs) + E(Ce)$

$E(Ct)$ : Valor esperado del costo total.

$E(Cs)$ : Valor esperado del costo de servicio.

$E(Ce)$ : Valor esperado del costo de espera.

$E(Cs) = Cs * S$

$Cs$ : Costo del servicio.

$S$ : Cantidad de servidores o estaciones de servicio.

$E(Ce) = Ce * L$

$Ce$ : Costo de espera.

$L$ : Número medio de unidades en el sistema.

A continuación se muestra, en la figura 5 la relación existente entre el valor esperado de los costos.<sup>7</sup>

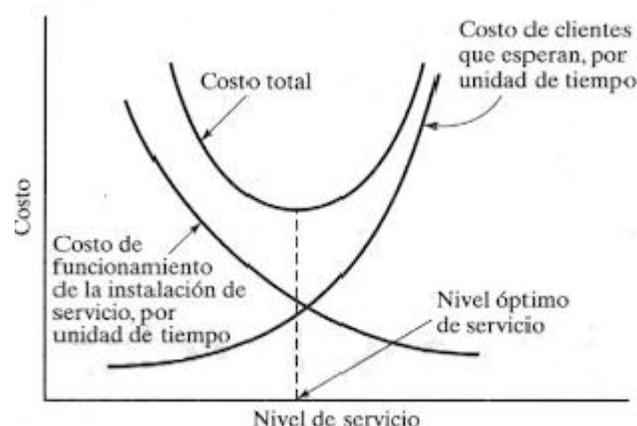


Figura 5. Relación entre los costos de un sistema de servicio

La importancia del análisis de todo proceso comprende un examen global del mismo, de otros procesos posibles, así como de sus aspectos económicos. Se hace resaltar el aspecto económico porque al efectuar una selección de distintos esquemas posibles, los costes constituyen un elemento tan

# CONCEPCIONES TEÓRICAS SOBRE LA CALIDAD EN LA GESTIÓN DE LOS SERVICIOS Y SU EFECTIVIDAD DESDE LA TEORÍA DE COLAS

---

importante que no se pueden descartar. De esta forma, expresan los autores, se pueden estimar los costos del proyecto y compararlo con los demás.<sup>17</sup>

El análisis económico de los sistemas de servicios juega un papel fundamental en la calidad del servicio, vista desde la eficiencia del mismo. En ambas concepciones debe concretarse siempre un balance, regido por las características propias del servicio, en correspondencia con la capacidad de atención y la demanda del cliente.<sup>13</sup> Desde la perspectiva económica, la eficiencia de un servicio se mide por la relación entre los costos del sistema. Se ha destacado de manera particular, que si la propuesta de configuración del sistema de servicio es establecerlo con múltiples servidores y colas, la formulación del costo total no varía.<sup>23</sup>

Pese a que en ocasiones resulta complejo realizar una estimación de los costos del servicio en función del estudio vinculado a la gestión de las colas, es menester evaluar la factibilidad económica de todo servicio considerando todos los elementos que tributan a la eficiencia del mismo. La función del costo total esperado, teniendo en cuenta los enfoques de análisis realizados por los autores, confluye en la toma de decisiones estratégicas para efectuar un estado comparativo entre el estado actual del sistema y el deseado, cuando son definidas las condiciones ideales de funcionamiento del servicio.

## Conclusiones

A modo de conclusión se puede afirmar que, según el objetivo de la presente investigación, uno de los factores que incide en la calidad de un servicio vista desde su nivel de gestión, lo constituyen las colas.

Las valoraciones resumidas al respecto permitieron fundamentar que el diagnóstico y evaluación de los indicadores de desempeño intrínsecos en un análisis de cola, posibilitan evaluar la calidad de un servicio y sobre todo la percepción de los clientes sobre la efectividad del mismo, además de generar la toma de decisiones en aras de fomentar la mejora continua.

En tal sentido y en función de los criterios expuestos por los diferentes autores, conceptualizar los términos relacionados constituye la base esencial para concretar una mejor comprensión de la naturaleza de los servicios y por consiguiente, la calidad de su gestión.

## Referencias bibliográficas

1. Arellano D, Hernán O. La calidad en el servicio como ventaja competitiva. Revista Científica. Dominio de las Ciencias. 2017;Vol 3:72-83 [Consultado 11 febrero 2019] Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6093282>
2. Gutiérrez I. Tesis de Maestría en Ingeniería de la Calidad. México D.F; 2012. [Consultado 1 mayo 2019] Disponible en: <https://www.bib.uia.mx/tesis/pdf/015599>
3. Vilalta JA. Modelo para la Gestión de la Calidad del Servicio. Ingeniería Industrial. 2004; XXV (3): 1-7. [Consultado 6 enero 2019] Disponible en: <https://www.rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/view/172/156>
4. Galviz GI. Calidad en la Gestión de Servicios. Maracaibo: Fondo Editorial Biblioteca Universidad Rafael Urdaneta; 2011. p. 93. [Consultado 2 abril 2019] Disponible en: <https://studylib.es/download/6105871>

## CONCEPCIONES TEÓRICAS SOBRE LA CALIDAD EN LA GESTIÓN DE LOS SERVICIOS Y SU EFECTIVIDAD DESDE LA TEORÍA DE COLAS

5. Nuridin SM. Effect of service quality and quality of products to customer loyalty with customer satisfaction as intervening variable in PT. nano coating Indonesia. *International Journal of Business and Applied Social Science*. 2018;4(1):19-31. [Consultado 9 marzo 2019] Disponible en: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssolar-55666-2>
6. Ismail A, Yunan YSM. Service quality as a predictor of customer satisfaction and customer loyalty. *LogForum*. 2016;12 (4), 269-283, DOI: 10.17270/J.LOG.2016.4.7 [Consultado 15 abril 2019] Disponible en: URL: <http://www.logforum.net/vol12/issue4/no7>
7. Koka T, Badshah VH, Shah R. Single and Multi Sever Queuing Models: A Study. *International Journal of Mathematics and its Applications*. 2017;5(4-D):595-603 [Consultado 3 marzo 2019] Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/a8a4/b198c60bcd695da637310c187ba61d09ce62.pdf>
8. Chase R, Jacobs R, Alquilano NJ. *Administración de Operaciones. Producción y Cadena de Suministros*, duodécima edición. México: McGRAW-HILL; 2009. [Consultado 11 marzo 2019] Disponible en: [https://www.u-cursos.cl/usuario/b8c892c6139f1d5b9af125a5c6dff4a6/mi\\_blog/r/Administracion\\_de\\_Operaciones\\_-\\_Completo.pdf](https://www.u-cursos.cl/usuario/b8c892c6139f1d5b9af125a5c6dff4a6/mi_blog/r/Administracion_de_Operaciones_-_Completo.pdf)
9. Caba N, Chamorro O, Fontalvo TJ. *Toma de Decisiones a través de la Investigación de Operaciones*. España: Editorial Eumed; 2011.
10. Farayibi A. Investigating the Application of Queue Theory in the Nigerian Banking System. MPRA Paper No. 73614, posted 12 Sep 2016 08:24 UTC. Nigeria: Centre for Allied Research and Economic Development; 2016 [Consultado 15 enero 2019] Disponible en: [https://mpra.ub.uni-muenchen.de/73614/1/MPRA\\_paper\\_73614.pdf](https://mpra.ub.uni-muenchen.de/73614/1/MPRA_paper_73614.pdf)
11. Peraza GF. *Introducción a la Teoría de colas y su simulación*. [Tesis de grado de Licenciatura de Matemática] Tutor Minjárez JA. México: Universidad de Sonora; 2013. 69 p. [Consultado 12 febrero 2019] Disponible en: [https://lic.mat.uson.mx/tesis/044\\_Gerardo\\_FabianPS.pdf](https://lic.mat.uson.mx/tesis/044_Gerardo_FabianPS.pdf)
12. Hillier S, Lieberman G. *Teoría de colas*. En *Introducción a la Investigación de Operaciones*. 9na edición. México: McGraw-Hill; 2010. pp: 708-713. [Consultado 23 marzo 2019] Disponible en: [https://dudasytareas.files.wordpress.com/2017/05/hillier\\_lieberman.pdf](https://dudasytareas.files.wordpress.com/2017/05/hillier_lieberman.pdf)
13. Schwartz B. *The Essential Guide to Queuing Theory*. VividCortex. September 8; 2016. [Consultado 14 junio 2019] Disponible en: <https://www.percona.com/live/17/sites/default/files/the-essential-guide-to-queueing-theory.pdf>
14. Yáñez PS, Hernández JA. *Una introducción amable a la teoría de colas*. Madrid: Editorial Universidad Carlos III; 2018.
15. Singer M, Donoso P, Scheller Alan. Una introducción a la teoría de colas aplicada a la gestión de servicios. *Revista ABANTE*. Octubre 2008;11(2):93-120. [Consultado 21 febrero 2019] Disponible en: <http://www.abante.cl/files/ABT/Contenidos/Vol-11-N2/Singer.pdf>
16. Martínez VH. *Simulación de una Línea de Espera con tasa de llegadas dependientes del estado del sistema*. [Tesis de Maestría en Ciencias en Ingenierías de Sistemas] Tutor Villareal CE. México: Universidad Autónoma de Nuevo León; 2012. 87 p. [Consultado 7 marzo 2019] Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/3053/1/1080227421.pdf>
17. Himmelblau DM, Bischoff KB. *Análisis y Simulación de Procesos*. España: Editorial Reverte; 2010.
18. García JP. *Aplicando Teoría de Colas en Dirección de Operaciones*. Departamento de Organización de Empresas. Universidad Politécnica de Valencia. España; 2016. [Consultado 5 abril 2019] Disponible en: <http://personales.upv.es/jpgarcia/linkedddocuments/teoriadecolasdoc.pdf>
19. Woo Shi, Yang. *Stability of MAP/PH/c/K with customer retrials and server vacations*. ISSN: 2234-3016. Korea, 2016.

20. Leachman, Rob. Introduction to Queuing Theory and its Use in Manufacturing. University of California. USA, 2016. [Consultado 19 enero 2019] Disponible en <http://courses.ieor.berkeley.edu/>
21. Bountali O. Economou A. Equilibrium joining strategies in batch service queuing systems. European Journal of Operational Research. 2017;60(3):1142–1151. [Consultado 24 abril 202019] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377221717300590?via%3Dihub>
22. Huang J, Mnadlbaum A, Zhang H, Zhang J. Refined Models for Efficiency-Driven Queues with Applications to Delay Announcements and Staffing. Operations Research. 2017;65(5):1380–1397. [Consultado 1 mayo 2019] Disponible en: <http://ie.technion.ac.il/serveng/References/opre.2017.1619.pdf>
23. Nsude FI, Elem O, Basse U. Analysis of Multiple-Queue Multiple-Server Queuing System: A Case Study of First Bank Nig. International Journal of Scientific & Engineering Research. January 2017;8(1):1700-1709 [Consultado 5 mayo 2019] Disponible en: <https://www.ijser.org/researchpaper/ANALYSIS-OF-MULTIPLE-QUEUE-MULTIPLE-SERVER-QUEUING-SYSTEM-A-CASE-STUDY-OF-FIRST-BANK-NIG-PLC-AFIKPO-BRANCH.pdf>