



**Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS**

**ESTUDIO DE LAS LÍNEAS DE ESPERA DE PACIENTES EN UN CENTRO  
MÉDICO**

**Itziar Gallego Veiga**

**DIRECTOR**

**Francisco Javier Faulin Fajardo**

**Pamplona-Iruña**

**Enero 2016**

## **ABSTRACT**

Throughout this work, the problematic situation of the waiting lists is studied; in particular, the physical waits in the health sector. To investigate these situations, the theoretical components that form the waits in different scenarios are analysed. This is accompanied by the mathematical tool called Waiting Line Models, which allows to know the main characteristics of the wait in a quantitative way. To complete a numerical study and give a more dynamic vision, Simulation is also used. The quantitative study is explained through an example of a real clinic case, which permits the better understanding of the problem and the methodology employed.

## **PALABRAS CLAVE**

Quality of service– Health services - Waiting Line Models – Simulation

## CONTENIDOS

<b>PARTE 1: INTRODUCCIÓN</b> .....	4
<b>CAPÍTULO 1: MOTIVACIÓN, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA</b>	
1.1.1.Motivación .....	4
1.1.2. Objetivos .....	4
1.1.3.Metodología.....	5
<b>CAPÍTULO 2: PROBLEMÁTICA DE LAS LÍNEAS DE ESPERA</b> .....	6
1.2.1. Maneras de hacer esperar .....	6
1.2.2. Líneas de espera en hospitales .....	7
<b>CAPÍTULO 3: ESTUDIOS DE LÍNEAS DE ESPERA</b> .....	9
1.3.1. Coste del servicio .....	9
1.3.2. Componentes de la línea de espera .....	10
<b>CAPÍTULO 4: LINEAS DE ESPERA EN LOS DIFERENTES SISTEMAS SANITARIOS. ESTUDIO DE EMPRESA</b> .....	12
1.4.1. Comparación de la sanidad pública y privada.....	12
1.4.2. Sistema sanitario en España.....	14
1.4.3. Sistema sanitario en Estados Unidos .....	15
1.4.4. Empresa a estudiar: Renaissance Clinic .....	16
<b>PARTE 2: RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	18
<b>CAPÍTULO 5: EXPLICACIÓN TEÓRICA</b> .....	18
2.5.1. Teoría de colas .....	18
2.5.2.Simulación.....	20
<b>CAPÍTULO 6: PLANTEAMIENTO Y RESOLUCIÓN</b> .....	21
2.6.1. Problema a resolver: Renaissance Clinic.....	21
2.6.2. Resolución: Modelos de líneas de espera .....	22
2.6.3. Evaluación de mejoras del servicio .....	27
2.6.4. Simulación.....	30
<b>CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES</b> .....	32
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	34
<b>ANEXOS</b> .....	37

## **PARTE 1: INTRODUCCIÓN**

### **CAPÍTULO 1: MOTIVACIÓN, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA**

#### **1.1.1. Motivación**

Con el desarrollo en los últimos años, se han dado cambios en factores que componen la economía, lo que ha llevado a nuevos modelos y estructuras económicas en las diferentes sociedades. Uno de estos cambios ha dado lugar a la transformación del modo en el que se estructura el PIB de los países, en cuanto a qué proporción se dedica a cada sector económico. Tal y como podemos ver en el artículo publicado por Rafael Pamplillon con datos extraídos en la Contabilidad Nacional del Instituto Nacional de Estadística, a partir de los años 80, en España, el PIB se destina en más del 50% al sector servicios, llegando en el año 2014 a alcanzar el 74,4%. Destinando tal peso de la economía de un país a un mismo sector económico, es de gran importancia estudiarlo en muchas de sus vertientes, ya que es una de las bases de creación de empleo, y por tanto de sostenibilidad de un país.

El sector de los servicios engloba una multitud de áreas, como pueden ser, entre otras, el transporte, el turismo, el comercio y la sanidad. Esta última requiere una atención importante, y no solo por su análisis económico, sino también por la importancia que tiene la salud en la población. Gozar de una buena salud es el pilar fundamental de la sociedad, ya que es el condicionante esencial de la calidad de vida de los individuos. Un país con un buen sistema sanitario no solo permite a la población vivir más años, sino que también hace que vivan con una calidad de vida mejor.

Debido a la gran importancia que tiene el sistema sanitario en la sociedad, es muy importante que sea de calidad y ofrezca servicios eficientes. Por ello, es interesante conocer los problemas que se encuentran detrás de este servicio. Dentro de estos problemas, se ha podido ver que en los últimos años, se ha nombrado mucho la existencia del colapso en la sanidad, lo cual ha provocado saturación. Este fenómeno se ha dado tanto en las listas de espera para ser atendido en consultas o para ser operados, como en las esperas físicas en los propios ambulatorios y hospitales. De este modo, es interesante conocer el funcionamiento de estas esperas para poder mejorar los servicios, y con ello, la calidad de vida de las personas.

#### **1.1.2. Objetivos**

Con la realización de este trabajo se busca cumplir una serie de objetivos:

Objetivo 1: Conocer la problemática que radica en las esperas de los servicios, concretamente en los servicios sanitarios. Se pretende encontrar las causas de las esperas en el ámbito sanitario.

Objetivo 2: Diferenciar la tipología de esperas que se dan en los centros médicos. Estudiar los tipos de espera dentro de los propios ambulatorios u hospitales y en diferentes escenarios.

Objetivo 3: Explicar el funcionamiento de las líneas de espera físicas y determinar la metodología que se debe emplear para poder reducirlas.

Objetivo 4: Ejemplificar de manera matemática el tema estudiado mediante el caso de un centro sanitario concreto.

Objetivo 5: Entender la metodología empleada gracias a un ejemplo numérico. Resolver el problema de una clínica.

De manera resumida, la realización de este trabajo pretende mostrar el problema de las esperas físicas en sanidad de una perspectiva teórica y cualitativa, que se va a entender de un modo más claro a través de un ejemplo numérico en una clínica real. Además, mediante el caso práctico, se va a explicar la metodología utilizada para la propuesta de solución del problema.

### **1.1.3. Metodología**

Para mejorar la eficiencia en los servicios, se pueden utilizar diversas herramientas relativas a la Investigación Operativa, siendo una de las más empleadas la teoría de colas. Esta metodología trata de estudiar el comportamiento de las líneas de espera, suceso que se da en casi cualquier servicio. Por ello, para ayudar a completar los objetivos del trabajo, se va a utilizar este modelo. Con esta metodología se va a explicar el comportamiento de las esperas desde el punto de vista cuantitativo, calculando parámetros como el tiempo de espera de los clientes o personas que se encuentran esperando a la vez para ser atendidos. Con estos elementos calculados, las empresas pueden valorar si se necesita una modificación en su gestión para que sus clientes esperen menos y así ofrecer un mejor servicio.

Un complemento a este modelo, sería la metodología llamada simulación. Se trata de otra herramienta de la Investigación Operativa que tiene relevancia en cualquier campo empresarial, debido a su amplitud de posibilidades. La simulación va a permitir reflejar el problema de una manera más dinámica, mostrando qué sucede con los parámetros de la teoría de colas cuando se cambian componentes del problema. Así, se puede evaluar los cambios que se podrían dar para mejorar la calidad de la espera en las empresas de servicios.

Para comprender las metodologías anteriormente mencionadas, es interesante plasmarlo en un ejemplo numérico, por ello, se procederá a resolverlo al final del trabajo, una vez explicados todos los conceptos teóricos.

## **CAPÍTULO 2: PROBLEMÁTICA DE LAS LÍNEAS DE ESPERA**

En la actualidad, es habitual tener que esperar cuando queremos recibir un servicio. Estas esperas suelen resultar molestas debido a los hábitos de vida cambiantes en la sociedad, donde cada vez se tiende a pasar más horas trabajando. Con lo cual, el poco tiempo que tenemos de ocio no es deseable emplearlo haciendo colas, ya que se prefiere utilizarlo en realizar otras actividades más productivas.

Las largas esperas en los servicios reflejan un claro déficit de calidad y hace que las empresas puedan perder clientela, debido a que no cumplen con una de las principales premisas que buscan los clientes: las expectativas. Este parámetro influye mucho en la mente del consumidor, y tal y como nombró David H. Maister (Fitzsimmons, 2006), las expectativas es una de las “Leyes del Servicio”. Si un cliente acude a un establecimiento con unas expectativas elevadas, si el servicio no le satisface va a tener una experiencia muy negativa y no volverá a contar con la empresa. Sin embargo, el cliente que no prevé unas expectativas demasiado buenas y el servicio no es malo, este se irá satisfecho y recomendará acudir a ese establecimiento. De acuerdo con esto, hay que cuidar los sistemas de espera para que se cumplan con las expectativas positivas de los clientes.

Otro parámetro de gran importancia en los servicios nombrado por el autor anteriormente mencionado es la importancia de causar una buena primera impresión. Este aspecto va ligado directamente con las líneas de espera, puesto que, al ver un servicio colapsado con unas largas colas de clientes esperando a ser atendidos, refleja una primera imagen de servicio ineficiente.

Como se ha dicho, las colas en los servicios reflejan un descuido en cuanto a la calidad del mismo. Por ello, para que las empresas no presenten problemas de este tipo, es necesario que cuenten con diferentes métodos relativos a la calidad. Existen diversos métodos que pretenden estudiar la calidad, entre otros, como Control de Calidad (CC), Mejora Continua de la Calidad (TQM) o Six Sigma. Estas herramientas buscan problemas de calidad, y posteriormente sus soluciones, mediante el análisis estadístico de datos de la empresa (Ozcan, 2009).

### **1.2.1. Maneras de hacer esperar**

Para ser atendido de manera física en un servicio no siempre hay que esperar del mismo modo. Decidir la manera en la que tienen que esperar los clientes es muy importante para la mente del consumidor, ya que es un punto que puede variar la percepción del servicio, y es un aspecto que la metodología matemática de la teoría de colas no contempla, pero es importante tener en cuenta. Por ello, la psicología de la espera es esencial para que el cliente no se agobie esperando, tal y como indica María Luz Martín Peña (2013).

No da la misma imagen una espera a modo de cola, en la que los clientes pasan el tiempo de pie, que cuando la espera es en una sala acondicionada para ello. En el primero de los casos, las esperas tienen que ser muy reducidas, de muy pocos minutos, ya que en este escenario el cliente no se encuentra en una situación cómoda, y la única alternativa de mejora de este tipo de servicio es la de que la cola sea lo más rápida posible.

En cambio, cuando las esperas se sitúan en un lugar habilitado para ello, hay que tener muy en cuenta el ambiente que se crea, ya que va a ser la primera imagen que va a tener el cliente del servicio (Requiez: Importancia de las salas de espera). En estos casos, hay que hacer que esta espera sea cómoda, utilizando mobiliario apropiado y una decoración de colores suaves para hacer esta espera relajada. Además, es interesante poner carteles que promocionen servicios que se ofrecen en el lugar donde estas esperando, lo que hace una función de publicidad y de entretenimiento. Ante este escenario, se pueden permitir unos tiempos de espera algo más elevados, siempre que se encuentren dentro de unos límites.

### **1.2.2. Líneas de espera en hospitales**

Este problema se refleja muy claramente en los servicios sanitarios, en los cuales es habitual ver salas de espera colapsadas. En este escenario, la espera resulta más molesta, ya que, si estas ante esta situación, es a causa, en la mayoría de las veces, porque tienes alguna dolencia. Por lo tanto, no se encuentra la persona en situación de perder el tiempo esperando a ser atendido. En este caso la pérdida de calidad del sistema no solo hace que un hospital pierda pacientes, sino que también hace perder la calidad de vida de los mismos. Esto es así a causa de que, uno de los determinantes de la salud, entre otros, es el sistema de asistencia sanitaria, lo que implica aspectos como la eficiencia del uso de los recursos disponibles y las listas de espera para los pacientes (Valls, 2008).

Una de las características de esta problemática radica en que, la sanidad, como todo servicio, tiene la peculiaridad de que el cliente, en este caso el paciente, forman parte del proceso productivo (Ozcan, 2009). Esto implica que el beneficio que recibe el paciente se realiza de manera simultánea, es decir, al consumirse en el momento, el centro médico tiene que tener más controlado el proceso del servicio, sin tener un margen de revisión que permita mejorar. Por ello, los servicios deben tener muy controlado a priori todos los elementos que lo conforman, para que así, en el momento que se ofrece el servicio, el paciente quede totalmente satisfecho.

En los últimos años la población en los países desarrollados tiene una tendencia a aumentar su esperanza de vida, lo que lleva a que contemos con una sociedad más envejecida. En las edades más adultas, la población tiende a solicitar mayor atención médica, por lo que el problema de listas de espera se ha magnificado. Además, el desarrollo no solo ha llevado a aumentar la esperanza de vida, si no que la población espera tener una mejor calidad de vida en cuanto a salud gracias a los descubrimientos médicos de los últimos años, por lo que al demandar una mejor salud, se está propiciando a un aumento de la demanda sanitaria.

Por lo tanto, es muy importante que se administre de una manera eficiente las líneas de espera en los sistemas sanitarios. Con una buena gestión, se pueden evitar los colapsos que se encuentran en estos centros, mejorando la calidad de vida de los pacientes y evitar que se sientan molestos ante estas situaciones.

Por otro lado, hay que diferenciar dos grandes tipos de esperas en cuanto a gestión de la sanidad, lo cuales son la espera física real en el centro médico o las listas de espera para ser citado a una consulta o una intervención quirúrgica.

En el primero de los casos, la espera a ser atendido en el centro sanitario, según los datos facilitados por la Encuesta Nacional de Salud en el periodo 2011-2012 en el caso de las urgencias, supone una oscilación en el tiempo de entre 15 minutos (el 26,88% de las ocasiones) y 3 horas o más (el 12,09%). En este contexto, la espera suele verse influenciada por el proceso de llegada de los pacientes y la gravedad de los mismos, siendo atendidos en primer lugar a aquellos con un estado de salud más urgente, lo cual tiene una gran dificultad a la hora de gestionar las líneas de espera, ya que no se puede prever con antelación el flujo de llegada de clientes, su estado de emergencia y la duración que va a tener la visita. Sin embargo, las visitas para las consultas médicas se establecen de antemano estableciendo horas determinadas de llegada de cada paciente, con lo cual, la gestión de las líneas de espera se puede dar de manera más eficiente debido a la mayor información (Ildefonso Grande Esteban, 2005), a pesar de que en muchas ocasiones sufren retrasos por incidencias no previstas.

Las listas de espera para intervenciones quirúrgicas suelen ser mucho más extendidas en el tiempo, a excepción de las operaciones de urgencia. Tal y como muestra la Secretaría General de Sanidad en un informe referente a datos de 2014, en las diferentes especialidades médicas, el tiempo medio de espera a ser operado en España viene comprendido entre los 53 días de media para la especialidad de dermatología y los 158 días de media para la especialidad de neurocirugía.

Visto esto, se puede ver que la tipología de la espera en sanidad es amplia, y daría lugar a muchas variantes de estudio. En este caso, el análisis se va a centrar en las esperas físicas para ser atendido en consultas.



## **CAPÍTULO 3: ESTUDIOS DE LINEAS DE ESPERA**

Para solucionar estos problemas, es interesante utilizar la metodología matemática denominada “teoría de colas”, en los cuales se plantean unos modelos de comportamiento de las líneas de espera y se dan unos resultados que nos pueden ayudar para optimizar esta situación (Ozcan, 2009). La importancia de este método está en conocer de manera cuantitativa la problemática de las colas, conociendo numéricamente parámetros como el tiempo que destinan los pacientes en esperar a ser atendidos en un servicio, y si este tiempo es demasiado excesivo, tomar medidas para aminorarlo. Cabe señalar que el objetivo de esta metodología no solo radica en minimizar el tiempo de espera del cliente, sino que también hay que tener en cuenta equilibrar este objetivo con el de minimizar los costes.

### **1.3.1. Coste del servicio**

Una fácil solución para el problema de la saturación de los centros sanitarios sería la de ampliar el número de servidores que completan el servicio, es decir, contratar a mayor personal médico o ampliar las instalaciones. Lo que ocurre es que la ampliación de los sistemas de cualquier servicio conlleva unos costes, por lo tanto hay que estudiar muy cuidadosamente si es necesaria verdaderamente esta inversión. Si esta inversión se realiza de manera muy precipitada, los centros podrían tener personal e instalaciones ociosas que no serían productivas y haría que el sistema sanitario perdiese dinero. Sin embargo, el hecho de tener a un cliente esperando también supone unos costes derivados de la pérdida futura del paciente, el cual no estará satisfecho con el servicio ofrecido.

Por lo tanto, podemos encontrar dos tipos de costes contrapuestos, los cuales son en el coste del servicio, que sería el coste que supone realizar una inversión ampliando personal o instalaciones, y el coste del tiempo de tener un cliente a la espera de ser atendido (Serra de La Figuera, 2002). Este último coste es difícil de medir, ya que se basa en las percepciones y expectativas de los clientes.

Cabe señalar que tanto empresas públicas como privadas tienen la necesidad de reducir costes. En el caso de las públicas, al financiarse con dinero de los ciudadanos, la gestión tiene que ser muy explícita en no derrochar de manera innecesaria los presupuestos públicos, los cuales podrían invertirse en otros aspectos relevantes para la sociedad. Y en cuanto a las empresas privadas, el objetivo final en la mayoría de los casos es la obtención de resultados económicos positivos, y para ello influye tanto el obtener ingresos elevados por las ventas realizadas, como el tener un sistema de costes óptimo que le permita a la empresa obtener unos márgenes satisfactorios, siempre y cuando este sistema de costes no merme la calidad del servicio que la empresa está buscando, lo cual es muy importante en una empresa sanitaria, en la cual una de sus metas también es la de mejorar la salud y calidad de vida de la ciudadanía.

De este modo, determinar la capacidad óptima de un servicio no es tarea sencilla, ya que los parámetros que dependen de la demanda son complicados de establecer y de ellos depende de la gestión de los costes de los cuales tiene que incurrir la empresa.

### 1.3.2. Componentes de la línea de espera

Para poder estudiar el comportamiento de las líneas de espera, hay que tener claro cuáles son los componentes que la forman, estudiar sus patrones de conducta y sus características esenciales. Por tanto, podemos clasificar a los miembros de las colas bajo las siguientes denominaciones facilitadas por los manuales Lind et al. (2001) y Anderson et al. (2011):

- Clientes potenciales: son todas aquellas personas que se prevé que van a adquirir un producto o servicio. Estos clientes pueden ser finitos o infinitos y no es necesario que sean totalmente homogéneos. En el caso de los centros sanitarios serían, de manera general, aquellas personas que se encuentran próximos a la zona geográfica donde se encuentra.
- Proceso de llegada: este concepto aborda el modo en el que los clientes llegan al lugar al que quieren ser atendidos. Estudia el tiempo entre llegadas de los clientes o el número de clientes que acuden al lugar en un espacio de tiempo determinado. Para definir este proceso, se utilizan distribuciones de probabilidad, asumiendo que las llegadas se dan de manera aleatoria y no dependen unas llegadas de las otras. De manera usual, se concibe que la mejor manera de reflejar este hecho es mediante una distribución de probabilidad de Poisson, la cual se describe mediante la siguiente expresión: Donde  $\lambda$  es el número medio de llegadas que se dan en un periodo de tiempo concreto y el parámetro  $x$ , es el número de llegadas esperadas en ese periodo de tiempo definido, resumido en la siguiente expresión:

$$P(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}$$

- Configuración de la cola: aquí se establece cuál es el número de personas que están sirviendo la cola. En el caso de estudio, se señala cuál es el número de personal sanitario que está trabajando en la clínica. Aquí también hay que especificar la manera en la que se ubican estos servidores y la manera en la que hay que hacer la cola, ya que no es lo mismo una única cola para varios servidores que varias colas para cada servidor.
- Disciplina de la cola: en la mayoría de los servicios, el turno de atención al cliente se basa en atender al primero que ha llegado al lugar, lo cual se denomina con las siglas en inglés FCFS (First-Come, First-Served). Sin embargo existen modelos en los que se dan prioridades a determinados clientes, como el caso de los servicios de urgencias. En el caso que se va a ejemplificar, se va a establecer que el orden de servicio sigue la disciplina FCFS.
- Tiempos de servicio: este concepto estudia el tiempo que dura el servicio de los clientes. Esta duración no es constante en una clínica sanitaria, ya que cada paciente requiere de un servicio diferente en cada caso, por ello, este tipo de componente sigue una distribución probabilística exponencial. Esta distribución indica cuál es la probabilidad de que el tiempo en el que emplean en atender es menor o igual a un tiempo  $t$  determinado, lo cual se refleja mediante la siguiente expresión:

$$P(\text{tiempo de servicio} \leq t) = 1 - e^{-\mu t}$$

Donde  $\mu$  se denomina tasa de servicio y se define como el número promedio de clientes que se atienden en un periodo de tiempo determinado.

Con estos elementos, la teoría de colas pretende estudiar cómo se comportan las líneas de espera y determinar cuáles son las causas y soluciones al problema de las esperas. Para ello se van a emplear las denominadas Características de Operación, las cuales miden la eficacia de las líneas de espera. Estos aspectos serán explicados posteriormente, en el momento que se explique la metodología mediante el ejemplo de la clínica, ya que así se van a comprender más fácilmente.

## **CAPÍTULO 4: LINEAS DE ESPERA EN LOS DIFERENTES SISTEMAS SANITARIOS. ESTUDIO DE EMPRESA**

Para gestionar cualquier empresa hay que tener en cuenta si esta se trata de una entidad pública o privada, puesto que existen diferentes objetivos y maneras de gestionar en cada una de ellas. Para las empresas privadas, se entiende que su meta principal es la de maximizar los beneficios, mientras que las entidades públicas buscan satisfacer necesidades de la población, por ello, no pueden comportarse del mismo modo (Hernandez de Cos, 2004). Como la sanidad cuenta con centros públicos y privados, es interesante mencionar las diferencias entre ellos. Además, como no todos los países cuentan con la misma estructura sanitaria, se va a explicar cómo funciona la sanidad en sociedades con mayor peso de sanidad pública, como es el caso de España, y sociedades con más relevancia de sanidad privada, como se da en Estados Unidos.

### **1.4.1. Comparación sanidad Pública y Privada**

- *Sanidad Pública*

Una organización pública, a grandes rasgos, se caracteriza por estar controlada por el gobierno, y no por cómo se mueve el mercado, como ocurre en las empresas privadas. Tal y como se ha dicho, estas organizaciones públicas pretenden la mejora del bienestar social. Pero este bienestar tiene que estar altamente regulado por el gobierno del país que se trate, ya que es el que se encarga de la financiación de estas materias.

Dentro de los servicios públicos que otorga un estado, uno de los más valorados es la sanidad pública. El beneficiarse de una sanidad pública se considera un derecho fundamental que tiene que ser accesible para toda la ciudadanía. Pero este sector no es fácil de gestionar, puesto que los gobiernos deben realizar grandes ajustes para equiparar el gasto público en sanidad con ofrecer un servicio de calidad, dentro de los recursos que cada país disponga y equiparándose a los desarrollos demográficos y científicos que se dan en cada época (Asociación de Economía de la Salud).

Con la sanidad pública se pretende que todo ciudadano, independientemente de su situación económica, pueda tener derecho a garantizarse un cuidado sanitario. Debido a que no hay que pagar las consultas médicas de manera directa, aquel ciudadano que tenga alguna dolencia va a acudir al médico de manera más frecuente que si tiene que abonar el coste de cada visita. Por ello, la afluencia de pacientes a centros públicos será elevada, y cabe esperar que tener que esperar el turno a ser atendido va a ser altamente probable.

En este caso, se podría utilizar la metodología de teoría de colas para comprender dónde está la causa del problema de las esperas, pero si se determina que la causa del problema está en la falta de personal médico, la decisión de incorporar personal no va a ser sencilla, ya que como se ha nombrado anteriormente, estas decisiones son tomadas por parte de los estados.

- *Sanidad privada*

Para gestionar cualquier tipo de empresa privada de servicios, es de suma importancia tener en cuenta que las expectativas de los clientes se van a cumplir. Estas expectativas van a ser altas debido a que se espera que el servicio vaya a ser de calidad cuando se paga por él. En cuanto al tema de la salud, un ciudadano que hace elevadas aportaciones monetarias para contar con un servicio sanitario, tiene las expectativas de que este sistema va a ser eficiente, donde la calidad médica va a ser elevada y a tiempo. De este modo, todo ciudadano que desea gozar de un servicio sanitario más eficaz y puede permitírselo económicamente, acude a centros médicos privados, con la esperanza de que estos le garanticen una excelencia de servicio. En este modelo sanitario, es de vital importancia que cada clínica privada cuente con una gestión exquisita, para que el paciente pueda cumplir con sus expectativas.

Así, gestionar el sistema de listas de espera de manera óptima es un parámetro importante para garantizar al paciente un buen servicio. Esto es así debido a que un paciente que afronta pagos médicos, lo hace con la esperanza, entre otras cosas, de evitarse colas para ser atendido.

Cabe señalar que entra de lo posible pensar que, una persona no actúa del mismo modo cuando tiene que pagar para beneficiarse de un servicio que cuando no. Es decir, en la sanidad pública en la que no hay que desembolsar dinero cuando se acude a una consulta, la sociedad tiende a meditar en menor medida si necesita realmente acudir al médico, ya que no le va a suponer ningún coste monetario. Sin embargo, aquella persona que tiene que pagar por cada consulta médica, tomará más conciencia de si en realidad es necesario acudir. Por tanto, puede pensarse que la saturación en centros privados se reduzca debido al hecho de tener que pagar un precio por consulta. Sin embargo, como se ha señalado anteriormente, en países donde predomina la sanidad privada, como el caso de Estados Unidos que se comentará posteriormente, este hecho podría disuadirse si la persona está pagando un seguro que le cubra estas visitas médicas. Además, al ser más elevado el número de personas que acuden a sanidad privada, las colas van a ser inevitables, y por tanto es importante el estudio de su gestión.

Por otro lado, se puede contemplar la idea de que, en sistemas sanitarios mixtos, en los que se solapan sanidad pública y privada, gracias a esta última, la sanidad pública se puede ver más desahogada si una parte de la población acude a la privada, ya que el número potencial de pacientes se reduce. Pero para ello, la sanidad privada tiene que garantizar un buen servicio, de lo contrario, la población no estará dispuesta a pagar por ello.

De este modo, de manera genérica, se puede esperar que las líneas de espera en la sanidad privada vayan a ser más reducidas puesto que tienen mayor incentivo para cuidar el servicio que ofrecen a los pacientes.

- *Ventajas e inconvenientes de cada una de ellas*

Haciendo una visión conjunta de lo mencionado anteriormente, se puede concluir una serie de pros y contras de cada manera de ofrecer sanidad:

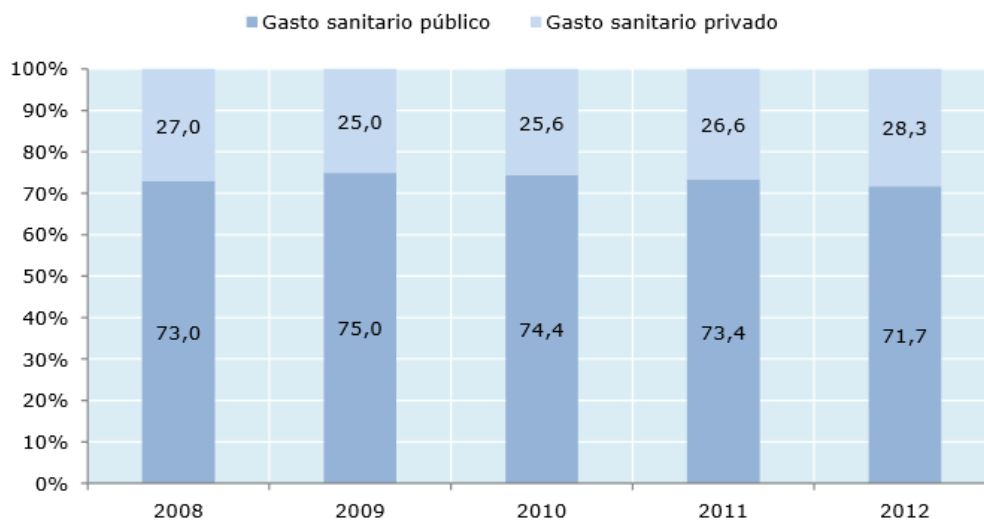
La sanidad pública tiene como su principal punto fuerte el ofrecer la posibilidad de dar al usuario un servicio de salud, independientemente de su renta. De manera opuesta, al ser una sanidad disponible para todos, hace que la demanda sea muy elevada, incentivando el problema estudiado de las esperas. En cuanto a las colas, como se ha dicho, para aliviar este problema, no se puede ampliar el número de personal médico de manera libre, esto se tiene que hacer dependiendo de las decisiones de cada estado. Además, el paciente que opta por seguir una sanidad pública, no puede elegir el centro al que acudir, sino que se asigna dependiendo de la localización y la especialidad que se precise. Por lo tanto, esta opción de sanidad queda más limitada a los recursos de cada país, tiene una demanda muy elevada, difícil de equiparar con la oferta, por lo que las esperas van a ser altas.

Por otro lado, la sanidad privada da al cliente la posibilidad de elegir a que centro, tanto primario como especialista, quiere acudir. Al tener una menor demanda, las colas deberían ser mucho más escasas, y si están bien gestionadas, estas pueden ser inexistentes. Pero para que los pacientes puedan disfrutar de estas ventajas, es necesario realizar altos desembolsos, puesto que hay que hacer frente las tarifas establecidas por cada centro.

#### 1.4.2. Sistema sanitario en España.

En España, contamos con una sanidad mayoritariamente pública, en cuanto a gasto público se refiere, tal y como muestra la siguiente tabla extraída del Informe Anual del Sistema nacional de Salud (España 2012):

**Gráfico 1: Distribución porcentual del gasto público y privado en España 2008-201**



*Fuente: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Sistema de Cuentas de Salud. Años 2008-2012.*

Cada Comunidad Autónoma es la encargada de estructurar y gestionar los centros que les pertenecen, haciendo que se asegure a los ciudadanos una sanidad pública. La sanidad debe caracterizarse, tal y como refleja el mencionado Informe, por: garantizar equidad o igualdad a los ciudadanos, calidad en el servicio de salud y participación de la población en las

decisiones del sistema sanitario. De esta manera, toda la población tiene que disponer de una sanidad pública, tal y como lo nombra la Constitución Española de 1978 en el artículo 43. Para contar con esta sanidad pública, se debe financiar por medio de pagos de los ciudadanos españoles en forma de impuestos a través de las Comunidades Autónomas.

En cuanto al tema de estudio, en los últimos tiempos de crisis que se ha vivido en el país, se han sufrido recortes en el ámbito sanitario. Los recortes han hecho que el servicio en muchas ocasiones sea más limitado, haciendo que muchos ciudadanos tengan la percepción de la calidad sanitaria pública ha empeorado. Esto se ha reflejado de manera más notoria en las listas de espera quirúrgicas, tal y como se puede comprobar en una noticia publicada en el diario El País el 14 de marzo de 2015 “10.000 millones menos para sanidad”.

Por otro lado, también ha aumentado el tiempo esperado en la sala de espera en atención primaria y para consulta de especialista. En el caso de la atención primaria, según una noticia publicada en julio de 2015 en el diario electrónico “20minutos”, en el año 2014 el 21,9% de las esperas fueron superiores a una hora, y en el caso de la visita a los especialistas, el porcentaje asciende a 31,6%. Este problema de las largas esperas se da a causa de que el mayor peso de la población española acude a servicios médicos públicos, por tanto la población llamada es mayor que en el caso de la sanidad privada.

Por ello, para aliviar estas esperas en los centros sanitarios, se están tomando diferentes medidas al respecto. Una de estas medidas trata de realizar consultas médicas telefónicas, en las que el paciente expone a un médico su problema y este evalúa si se lo puede solucionar por teléfono o no. Con este método, se paliarán las colas disminuyendo el número de demandantes a las consultas médicas, cuando estas no son necesarias presencialmente. De mismo modo se ha querido disminuir el número de pacientes que acuden al médico con la incorporación de la llamada receta electrónica. Este mecanismo impulsado por el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad hace, entre otras cosas, que los pacientes no tengan que acudir al médico cada vez que tengan que renovar la receta electrónica, sino que esta se renueva vía digital. Con la implantación de este nuevo mecanismo, según datos del diario electrónico El País en 2010, las visitas médicas presenciales se han reducido un 30%.

### **1.4.3. Sistema sanitario en Estados Unidos**

Como se ha dicho, un ejemplo de país donde la sanidad privada cuenta con una gran importancia es el caso de Estados Unidos. En este sistema de salud predomina la asistencia sanitaria privada, la cual se puede dividir en dos modalidades (Rice et. al. 2013): Una opción es contratar un seguro médico, en la mayoría de las veces, facilitado por la empresa en la que trabaja el ciudadano. Con este seguro, la persona a proteger tiene derecho a ser atendido en un centro médico, por lo que tendrán que abonar unas pólizas elevadas. La otra modalidad se basa en contratar un seguro, pero el cual tiene establecido unos centros sanitarios de ante mano a los que tiene que acudir el paciente. Este tipo de seguros tiene dos maneras de ofrecer sus servicios, una de ellas es la llamada Health Maintenance Organization (HMO) en el cual se le asigna al paciente un médico de atención primaria (PCP), el cual lleva un seguimiento del paciente y sus hábitos de vida y autoriza a las visitas

a especialistas cuando sea necesario (BlueCross BlueShield of Illinois). La otra opción es la de contratar el seguro Preferred Provider Organizations (PPO), cuyo funcionamiento trata de establecer una serie de centros médicos, tanto de atención primaria como hospitales, en los que tiene que acudir el paciente cuando lo necesite (Health insurance).

Sin embargo, aproximadamente un 10,4% de la población del país, a datos del 2014, no dispone de un seguro médico (U.S. Census, 2014). Por ello, a mediados de los 60 se establecen programas impulsados por el gobierno en los cuales se destina fondo público para garantizar sanidad pública a determinados sectores de la sociedad estadounidense. Estos programas son Medicare y Medicaid (Biblioteca Nacional de Medicina de los EE.UU.). El primero de ellos se destina a aquellos ciudadanos mayores de 65 años o menores de esta edad que presenten ciertas enfermedades y cubre ciertos aspectos médicos que en muchas ocasiones deben ser completados con otros seguros, debido al reducido número de contingencias que cubre. En cuanto a Medicaid, se destina a la protección sanitaria de aquellas personas con recursos económicos bajos y cada estado tiene su propia normativa para establecer qué ciudadanos tienen derecho a recibir estos seguros públicos.

Viendo esta situación, cuando los ciudadanos tienen que hacer pagos en el momento que tienen que acudir a una visita médica, puede que se piensen detenidamente el si realmente necesitan esa visita. Esto puede provocar que la afluencia a los centros médicos se reduzca, haciendo que las esperas se vean también disminuidas.

En cualquier caso, al tener tal peso la sanidad privada en esta sociedad, cabe esperar que estas esperas sean mayores que por ejemplo que en el caso de España, donde poco peso relativo de la población acude a los centros privados, haciendo que en estos las esperas sí se ven mucho más escasas.

Vista la organización sanitaria, se puede ver que la gestión de la sanidad privada en Estados Unidos es de gran importancia, ya que tiene una gran repercusión en la sociedad del país. Por lo tanto, es interesante el estudio de la gestión de colas de un centro de estas características para evitar la pérdida de su público objetivo.

#### **1.4.4. Empresa a estudiar: Renaissance Clinic**

Para poder conocer de una manera más visual esta problemática, se va tomar como caso de estudio una clínica privada, puesto que la toma de decisiones en su gestión se puede hacer de una manera más abierta comparada con la gestión pública, debido a que no depende de la situación de cada estado, como en el caso de los centros públicos. De este modo, se va a estudiar el comportamiento de las esperas que se dan en una clínica situada en Austin (Texas) llamada “Renaissance Clinic”.

Austin es la capital del Estado americano de Texas, con unos datos de población en 2010 de 910.833 habitantes tal y como facilita su web. En esta ciudad se va a contar con clínicas privadas en las que el paciente tiene que abonar el coste de sus citas. Al ofrecerse solo este tipo de centros médicos, cabe esperar que cualquier ciudad con estas características de población se vea afectada por una gran afluencia de pacientes, de modo que la gestión de las citas tiene que ser un asunto importante en su gestión.



Renaissance Clinic es un centro privado especializado en la salud de la mujer, la cual facilita información acerca de sus servicios en su página web (Renaissance Women's Group). En los últimos años, la Organización Mundial de la Salud ha recalcado la importancia del cuidado de la salud en el género femenino. En concreto, en el informe publicado en 2009 por la OMS, habla sobre la importancia de detectar los problemas de salud en la mujer en los primeros años de vida. Además, por la condición biológica de la mujer, se recomienda la revisión periódica de su salud para descubrir dolencias a tiempo o poder evitarlas. De este modo, gracias a querer promover el mayor cuidado de la mujer e incentivar la importancia de la prevención de la salud femenina, estos centros se encuentran con un aumento de la demanda de pacientes. Así, es necesaria una buena gestión de sus instalaciones para ofrecer un buen servicio en este ámbito.

Esta clínica se dedica concretamente a los cuidados de ginecología y obstetricia, definiéndose como una clínica de alta especialización y una atención ajustada a cada tipo de pacientes, además de contar con un personal cualificado que es el elemento base para garantizar la satisfacción del cliente. Se ofrecen servicios para la mujer desde la infancia hasta la edad más adulta, amoldándose a los cambios que sufren las mujeres a lo largo de los años, y todo ello gracias a profesionales experimentados en el tema de la salud femenina. Debido a que los servicios engloban a todas las etapas de la vida de la mujer, tienen que servir a diferentes áreas de la salud, como por ejemplo tratamientos menstruales, tratamientos de fecundación, seguimiento de embarazos y prevención y tratamiento de cáncer entre otros. Además, dentro de esta variedad de posibilidades en las que la mujer puede necesitar ayuda, puede acudir a la clínica simplemente a una consulta de asesoramiento, a tratamientos o incluso, a someterse a una intervención quirúrgica.

El problema existente en la oferta de tantas posibilidades radica en que el centro debe diseñar una organización del sistema de acceso y espera de las pacientes de una manera eficiente, ya que, de lo contrario, es muy probable que se den saturaciones en la sala de espera, causados tanto por las características del área geográfica en el que se encuentra como por la amplia variedad de oferta de la clínica.

## PARTE 2: RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA

### CAPÍTULO 5: EXPLICACIÓN TEÓRICA

Antes de proceder a la resolución, cabe señalar que, para entender de una manera clara la saturación de los centros médicos, es interesante conocer cómo se comportan las líneas de espera y como están estructuradas. Por ello, el método principal que se va a utilizar para resolver este caso va a ser el de modelos de líneas de espera puesto que es apropiado para conocer a cuánto ascienden las esperas en los servicios. Además, se utilizará la simulación para conocer cómo funcionan las esperas de una jornada en la clínica.

Para resolver el problema es necesario en primera instancia conocer los aspectos teóricos de los métodos de resolución. Para ello se toman como base para este capítulo los conceptos facilitados por Anderson et. al (2011).

#### 2.5.1. Teoría de colas.

Las esperas en los servicios es un aspecto esencial, ya que suele formar parte de ellos, por lo que la teoría de colas es uno de los estudios cuantitativos más relevantes. En primer lugar, para resolver este tipo de problemas hay que conocer muy bien ante qué escenario nos encontramos, debido a que no se resuelve de igual manera para las diferentes estructuras del sistema. Estas estructuras van a depender del número de servidores o canales, la distribución de los tiempos de llegada y de servicio y de las características de limitaciones de la cola. En el caso a estudiar, como se va a explicar en el desarrollo del caso en posteriores apartados, se va a completar un caso en el cual en cada línea de espera se va a contar con un único canal, las llegadas seguirán una distribución Poisson y el tiempo de servicio seguirá una distribución exponencial, parámetros que han sido explicados anteriormente.

Lo que nos interesa conocer en este caso, es conocer la eficiencia de la gestión de colas. Para ello, se van a utilizar las fórmulas denominadas *características de operación*, encargadas de medir diferentes condicionantes de la espera, como son los siguientes y han sido facilitados junto con sus fórmulas por el manual mencionado:

- Probabilidad de que no haya clientes en el sistema:

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$$

- Número medio de clientes en la línea de espera:

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

- Número medio de clientes en el sistema:

$$L = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$$

- Tiempo medio que pasa un cliente en la línea de espera:

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda}$$

- Tiempo medio que un cliente pasa en el sistema:

$$W = Wq + \frac{1}{\mu}$$

- Probabilidad de que un cliente que llega tenga que esperar:

$$Pw = \frac{\lambda}{\mu}$$

- Probabilidad de que haya  $n$  clientes en el sistema:

$$Pn = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n P_0$$

Una vez resueltos los siguientes conceptos y visionándolos de una manera conjunta, se podría establecer una idea aproximada de la calidad del servicio de la clínica en cuanto a gestión de líneas de espera, y dependiendo de estos resultados, se podrían establecer criterios de mejora si fuesen necesarios para aligerar el sistema. Estas mejoras podrían ser, entre otras, la de aumentar el personal de servicio en el sistema.

En el caso de querer aumentar el número de personal médico, tendríamos que modificar el modelo, ya que contaríamos con un modelo multicanal, que seguiría contando con llegadas Poisson y tiempo de servicio exponencial. Al tratarse de otro modelo, se tendría que obtener las características de operación acordes con el mismo. Algunas de estas características se calculan del mismo modo que las del canal único, diferenciándose las siguientes:

- Probabilidad de que no haya clientes en el sistema:

Se calcularía obteniendo el valor de la razón  $\frac{\lambda}{\mu}$  correspondiente al número de personas al servicio  $k$ , cuyo valor se encuentra en la tabla facilitada en el anexo 1.

- Número medio de clientes en la línea de espera:

$$Lq = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \lambda \mu}{(k-1)! (k\mu - \lambda)^2} P_0$$

- Probabilidad de que un cliente que llega tenga que esperar:

$$Pw = \frac{1}{k!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^k \left(\frac{k\mu}{k\mu - \lambda}\right) P_0$$

- Probabilidad de que haya  $n$  clientes en el sistema:

$$P_n = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{n!} P_0 \quad \text{con } n \leq k$$

$$P_n = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{k! k^{n-k}} P_0 \quad \text{con } n > k$$

### 2.5.2. Simulación

Para conocer cómo se comportan las esperas modificando parámetros se va a utilizar la simulación. Este método trata de realizar ensayos del comportamiento de una situación real en diferentes escenarios, tratando así de comprender de una mejor manera el problema. Esta herramienta se utiliza para modelar un sistema real que, por ser complejos, es complicado realizar de manera directa. Se caracteriza por su facilidad de comprensión y flexibilidad, puesto que se puede modelar en diferentes escenarios. No se trata de un modelo matemático específico, sino que va a ayudar a completar la teoría de colas de una manera más flexible y de manera probabilística (Ricardo Cao Abad, 2002).

Los modelos de simulación de líneas de espera se caracterizan por ser dinámicos (Anderson et al. 20), puesto que conforme pasa el tiempo el escenario cambia con la llegada de los pacientes. Las llegadas son eventos puntuales en el tiempo, por tanto el cálculo de los tiempos entre las llegadas de cada paciente se distribuye uniformemente, estableciendo un tiempo entre llegadas mínimo denominado  $a$  y un tiempo entre llegadas máximo  $b$ . el tiempo entre llegadas uniforme se representa mediante la función:

$$\textit{T tiempo entre llegadas} = a + r(b - a)$$

Donde  $r$  hace referencia a un número aleatorio entre 0 y 1 que será facilitado por Excel.

Los tiempos de servicio del paciente siguen una distribución normal con una determinada media ( $\mu$ ) y su correspondiente desviación típica ( $\sigma$ ).

## CAPÍTULO 6: PLANTEAMIENTO Y RESOLUCIÓN

### 2.6.1. Problema a resolver: Renaissance Clinic

La mejor manera de entender esta problemática y su metodología es mediante la resolución de un ejemplo numérico en un escenario real. Para ello, se va a utilizar el caso del centro Renaissance Clinic facilitado por el manual de Fitzsimmons, en el cual podemos ver la situación de la clínica en cuanto a la teoría de colas.

Como hemos mencionado anteriormente, “Renaissance Clinic” es un centro médico que se centra en el cuidado de la mujer en todas las etapas de su vida. Cuando una paciente desea ser atendida en esta clínica, acude al centro médico y es atendido en primer lugar por una recepcionista, independientemente del servicio que desea solicitar o del especialista al que desee acudir.

Los pacientes pueden ser vistos tanto por personal de enfermería como por personal de medicina, dependiendo de la causa por la que hayan acudido. Además, puede darse la situación de que una vez han visitado la enfermería, este les haga pasar a medicina para completar la visita.

En cualquier caso, en este supuesto asumimos que las líneas de espera de recepción, enfermería y medicina se gestionan de una manera independiente, atendiendo bajo el modelo de atender primero al que ha llegado antes (FCFS). Además, en este caso se afirma que, tras haber analizado la clínica, se establece que las tasas de llegada siguen una distribución Poisson y los tiempos de servicio siguen una distribución exponencial. De este modo, el manual nos facilita los valores de los principales parámetros:

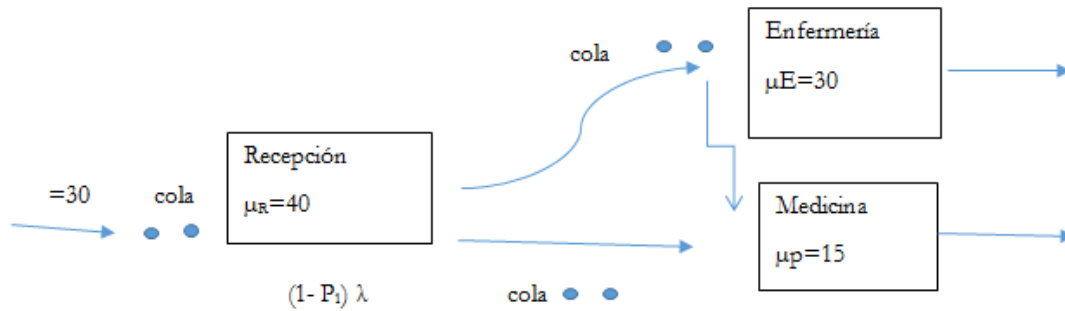
**Tabla 1: Datos para la resolución del problema:**

Parámetros del modelo	Descripción	Esperanzas
$\lambda$	Tiempo de llegada de los pacientes	30 por hora
P1	Proporción de pacientes que acuden a enfermería	2/3
P2	Proporción de los pacientes que acuden a visitar la enfermería y posteriormente visitan medicina	0.15
$\mu_R$	Tasa de servicio de recepción	40 por hora
$\mu_E$	Tasa de servicio de enfermería	30 por hora
$\mu_M$	Tasa de servicio de medicina	15 por hora

*Fuente: Manual de Fitzsimmons (2006).*

Para entender el caso de una manera más visual, este sería el esquema que simboliza el sistema de colas del centro médico a estudiar:

**Gráfico 2: Sistema de esperas en la clínica Renaissance Clinic**



Fuente: Elaboración propia a partir del manual de Fitzsimmons (2006).

### 2.6.2. Resolución: Modelos de líneas de espera

Una vez establecidos los datos del caso, ya se puede proceder a su resolución. Para verlo de una manera más clara, se van a dividir las características de operación para cada tipo de especialista, y de este modo, poder establecer conclusiones del servicio para cada uno. El hecho de pasar de una cola, como la de recepción, hacia otra cola consecutivamente, enfermería o medicina, se establece lo que se denomina una red de colas (Ricardo Cao Abad, 2002).

#### a) Recepción

En primer lugar, se van a resolver las características de operación de recepción, las cuales se rigen, asumiendo que llegan 30 pacientes a la hora ( $\lambda=30$  pacientes/hora) y pueden ser atendidos a una velocidad de 40 pacientes por hora ( $\mu_R=40$  pacientes/hora):

1. Probabilidad de que no haya clientes en el área de recepción, tanto esperando como siendo atendidos:

$$P_0 = 1 - \frac{30}{40} = 0.25$$

Hay una probabilidad del 25% de que no haya clientes en el área de recepción

2. Número medio de clientes en la línea de espera de recepción:

$$L_q = \frac{30^2}{40(40 - 30)} = 2.25$$

En promedio, la cola de espera a ser atendido por la recepcionista está compuesta por 2.25 personas.

3. Número medio de clientes en el área de recepción:

$$L = 2.25 + \frac{30}{40} = 3$$

Hay 3 personas de media en el área de recepción, incluyendo tanto las que están siendo atendidas como las que están esperando.

4. Tiempo medio que pasa un cliente en la línea de espera de recepción:

$$Wq = \frac{2.25}{30} = 0.075$$

Aquellas personas que tienen que esperar a ser atendidos por el recepcionista, deben esperar por término medio 0.075 horas, o lo que es lo mismo, 4.5 minutos

5. Tiempo medio que un cliente pasa en recepción:

$$W = 0.075 + \frac{1}{40} = 0.1$$

Cuando el paciente acude a la clínica, pasa una media de 0.1 horas o 6 minutos en el área de recepción, contando el tiempo que pasa esperando y el tiempo de servicio.

6. Probabilidad de que un cliente que llega tenga que esperar a ser atendido:

$$Pw = \frac{30}{40} = 0.75$$

Existe una probabilidad del 75% de que un cliente que llega a recepción no tenga que esperar.

7. Probabilidad de que haya 6 clientes en el área de recepción (se podría elegir cualquier número de clientes en el sistema):

$$P6 = \left(\frac{30}{40}\right)^6 0.25 = 0.0444$$

La probabilidad de que haya 6 clientes en el área de recepción es de 4.44%.

Dados los resultados de la sección de recepción, se puede decir que en esta área se ofrece un buen servicio en cuanto a esperas se refiere, ya que, a pesar de que la probabilidad de tener que esperar es elevada (75% de las ocasiones), el tiempo de espera no es elevado, ya que asciende a 4.5 minutos de manera promedio, lo cual no es excesivo. Además, que la empresa esté ociosa el 25% de las ocasiones, implica que la mayoría de las veces no tiene contratado a personal infrautilizado, lo cual se tiene que tener en cuenta.

Una vez que han sido atendidos en recepción, tienen que esperar para ser atendidos por el especialista que desean: médico o enfermero.

*b) Enfermería*

Como muestra la tabla, 2/3 de las que van a la clínica, lo hacen para visitar al enfermero, y el tercio restante visitan al médico. Por lo tanto, hay que conocer el número de clientes promedio que desean visitar la enfermería:

$$\frac{2}{3} * 30 = 20 \text{ Pacientes}$$

Así, conocemos que la tasa de llegada de pacientes a la enfermería es de 20 por hora ( $\lambda=20$  pacientes/hora). Estos pacientes serán servidos por el profesional a un ritmo de 30 por

hora ( $\mu E=30$  pacientes/hora). Con lo cual, una vez que se conocen los datos necesarios, se pueden calcular sus características de operación:

1. Probabilidad de que no haya clientes en enfermería, tanto esperando como siendo atendidos:

$$P_0 = 1 - \frac{20}{30} = 0.3333 \%$$

El 33,33% de las ocasiones no hay nadie en enfermería, o lo que es lo mismo, el 33,33% de las ocasiones, el sistema está ocioso.

2. Número medio de pacientes que esperan a ser atendidos en enfermería:

$$L_q = \frac{20^2}{30(30-20)} = 1.33 \text{ Personas}$$

Cuando un cliente tiene que esperar, tiene delante a 1,33 personas de promedio.

3. Número medio de pacientes en enfermería, tanto esperando como siendo atendidos:

$$L = 1.33 + \frac{20}{30} = 2 \text{ Personas}$$

De media, en enfermería hay 2 personas siendo atendidas y esperando.

4. Tiempo medio que pasa un paciente esperando a ser atendidos en enfermería:

$$W_q = \frac{1.33}{20} = 0.0666 \text{ Horas}$$

Cuando un paciente tiene que esperar a ser atendido en enfermería, espera un promedio de 0,066 horas, es decir, aproximadamente 4 minutos.

5. Tiempo medio que un paciente pasa en enfermería:

$$W = 0.066 + \frac{1}{30} = 0.099 \text{ Horas}$$

En total, el paciente pasa por término medio 0,099 horas, o lo que es lo mismo, unos 6 minutos.

6. Probabilidad de que un paciente que llega tenga que esperar a ser atendido por la enfermera:

$$P_w = \frac{20}{30} = 0,666 \%$$

El 66,66 % de las ocasiones, un paciente tiene que esperar a ser atendido en enfermería.

7. Probabilidad de que haya 6 clientes en enfermería:

$$P_6 = \left(\frac{20}{30}\right)^6 0,33 = 0,0292 \%$$

Únicamente el 2.92% de las ocasiones estarán en el área de enfermería 6 personas.

Con estos resultados, vemos que en el caso de la enfermería, la probabilidad de tener que esperar es menor que en el caso de recepción, ya que es solo el 66,66% de las ocasiones. Además, el número de personas a esperar también es menor. Estos datos indican que el



paciente estará satisfecho al no tener que esperar. Por otro lado, sería interesante que el tiempo de consulta fuese algo mayor, de este modo, el paciente tendría una revisión más completa y los tiempos de espera no se verían muy afectados.

c) *Medicina*

Un tercio de los que acuden a la clínica, lo hacen en primera instancia para visitar al médico:

$$\frac{1}{3} \times 30 = 10 \text{ Personas acuden a visitar al médico en primer lugar}$$

Además, dentro de las que quieren visitar enfermería, el 15% acuden seguidamente a visitar al médico. Por lo tanto, el 15% de 20 también acude a medicina:

$$0,15 \times 20 = 3 \text{ Pacientes}$$

Por tanto, sumando a los pacientes que acuden directamente a ver al médico y los que lo visitan y tras acudir a enfermería, hacen un total de 13 pacientes. De este modo, la tasa de llegada de pacientes a medicina es de 13 pacientes a la hora ( $\lambda = 13$  pacientes/hora) y la tasa de servicio del área de medicina es de 15 pacientes a la hora ( $\mu_M = 15$  pacientes/hora). Con los datos facilitados, se resuelven a continuación las características de operación del área de medicina:

1. Probabilidad de que no haya pacientes en el área de medicina, ya sea esperando o siendo atendidos:

$$P_0 = 1 - \frac{13}{15} = 0,3333\%$$

El 33,33% de las ocasiones el área de medicina está ocioso.

2. Número medio de pacientes esperando a ser atendidos por el médico:

$$L_q = \frac{13^2}{15(15-13)} = 5,63 \text{ Pacientes}$$

Si un paciente tiene que esperar a ser atendido por el doctor, espera por término medio a que atiendan 5,63 pacientes.

3. Número medio de pacientes en la zona de medicina:

$$L = 5,63 + \frac{13}{15} = 6,5 \text{ Pacientes}$$

De media, en el área de medicina se encuentran 6,5 pacientes.

4. Tiempo medio que pasa un cliente en la línea de espera:

$$W_q = \frac{5,63}{13} = 0,43 \text{ Horas}$$

Cuando los pacientes esperan en medicina, pasan una media de 0,43 horas, es decir, 26 minutos.

5. Tiempo medio que un paciente pasa en medicina, esperando y siendo atendido:

$$W = 0,43 + \frac{1}{15} = 0,5 \text{ horas}$$

Un paciente pasa de media 0,5 horas (30 minutos) en el área de medicina, tiempo que incluye la espera y el servicio.

6. Probabilidad de que un paciente que llega tenga que esperar a ver al doctor:

$$P_w = \frac{13}{15} = 0,8666 \%$$

El 86,66% de las ocasiones los pacientes tienen que esperar a ser atendidos por el doctor.

7. Probabilidad de que haya 6 clientes en el sistema:

$$P_n = \left(\frac{13}{15}\right)^6 = 0,1333 = 0,0565$$

Existe una posibilidad del 5,65% de que estén 6 pacientes en medicina.

Con estos resultados se puede ver que la probabilidad de tener que esperar para ser atendido por el médico es elevada, alcanzando un 86,66% de las veces. El tiempo que hay que esperar es bastante elevado, ya que supone por término medio 26 minutos, que llegado este tiempo, el paciente se siente molesto. Además, comparado con el tiempo total que pasan en medicina, que son 30 minutos, se puede decir que la mayoría del tiempo que pasa el paciente en la clínica lo hace esperando. De este modo, la clínica debería plantearse contratar más personal médico para evitar tanto tiempo de espera.

*d) Resumen de los resultados*

**Tabla 2: Resultados del problema**

Características operativas	Recepción	Enfermería	Medina
Probabilidad de área ociosa ( $P_0$ )	25%	33,33%	13,33%
Nº pacientes esperando a ser atendidos ( $L_q$ )	2,25 pacientes	1,33 pacientes	5,63 pacientes
Nº pacientes en el área ( $L$ )	3 pacientes	2 pacientes	6,5 pacientes
Tiempo de espera ( $W_q$ )	4,5 minutos	4 minutos	26 minutos
Tiempo que pasan en el área ( $W$ )	6 minutos	6 minutos	30 minutos

<b>Probabilidad de esperar en el área (Pw)</b>	75 %	66,66%	86,66%
<b>Probabilidad de que estén 6 pacientes en el sistema (P6)</b>	4,44%	2,92%	5,65%

*Fuente: Elaboración propia*

Visionando de manera conjunta los resultados obtenidos, se puede concluir que el área de recepción está bien gestionada en cuanto a colas se refiere, puesto que las esperas y los tiempos de servicio no son elevados y el resto de características calculadas se pueden aceptar de buen grado.

Sin embargo, enfermería tampoco cuenta con tiempos de espera y de servicio elevados, pero hay que tener en cuenta que podría mejorar su servicio ofreciendo unas visitas que duren más tiempo. Empleando más tiempo para realizar las visitas, podrán ofrecer a los pacientes exámenes más completos, y por tanto mejorar la calidad de vida de los mismos. De este modo, se podría estudiar la repercusión que tendría el aumentar el tiempo de las visitas en las esperas de los pacientes.

Por último, se puede considerar que el área de medicina presenta problemas de espera, ya que, tal y como muestran los resultados, los pacientes tienen que esperar un tiempo excesivo de 26 minutos de media. Este dato comparado con el que pasan en total en el área de medicina, el cual asciende a 30 minutos, puede reflejar que los pacientes pasan la mayoría del tiempo esperando y no siendo atendidos. Esto supone un problema, y más cuando se trata de una clínica privada, puesto que un cliente que hace aportaciones económicas para recibir un servicio, espera que este servicio sea de calidad. Por tanto, los pacientes que acudan a una visita médica no van a ver cumplidas sus expectativas y valorarán negativamente el servicio de la clínica. Por tanto, se debería comprobar el efecto que tendría aumentar el tiempo de servicio del médico y aumentar el número de especialistas que ofrecen el servicio, así, las visitas serán más completas y los pacientes tendrán que esperar menos tiempo, modificando el valor de  $\lambda$ .

### **2.6.3. Evaluación de mejoras del servicio.**

Tal y como se expone en el apartado anterior, sería conveniente estudiar una serie de cambios en la clínica para que su servicio mejore. Por lo tanto, a continuación se va a simular con las fórmulas de teoría de colas apoyadas en Excel, cómo quedarían las características de operación con cambios en algunos de los parámetros, así se podrá evaluar la mejora del servicio en el área de enfermería y medicina.

#### *a) Enfermería*

En la resolución del problema se ha determinado que el tiempo de servicio de enfermería se debería aumentar para proporcionar mejores evaluaciones sanitarias a los clientes, de tal manera que la tasa de servicio tiene que ser menor, lo que significa atender a menos

pacientes en el mismo periodo de tiempo. Con lo cual, se van a calcular las características de operación utilizando las fórmulas propias de un modelo de un único canal, con tiempos de llegada Poisson y tiempo de servicio exponencial. En este caso, mantenemos que la tasa de llegada de los clientes  $\lambda$  es de 20 pacientes/hora, y vamos a comprobar cómo quedarían los tiempos de espera cuando el tiempo de servicio de 25 pacientes a la hora.

**Tabla 3: Resolución de la evaluación de mejoras en el área de enfermería.**

$P_0 = 1 - \frac{20}{25} = 0,2$	20% de probabilidad de que no haya pacientes en enfermería.
$L_q = \frac{20^2}{25(25 - 20)} = 3,2$	Las colas de espera se compondrán de 3,2 personas de promedio.
$L = 3,2 + \frac{20}{25} = 4$	De media, en el área de enfermería se encontrarán 4 personas.
$W_q = \frac{3,2}{20} = 0,16$	Las esperas serán de una duración media de 0,16 horas, es decir, 9,6 minutos.
$W = 0,16 + \frac{1}{25} = 0,2$	El tiempo medio que pasan en total en enfermería será de 0,2 horas, o lo que es lo mismo, 12 minutos.
$P_w = \frac{20}{25} = 0,8$	Existe una probabilidad del 80% de tener que esperar a ser atendido.
$P_n = \left(\frac{20}{25}\right)^6 = 0,2 = 0,0524$	La probabilidad de que haya 6 personas en enfermería es del 5,24%.

*Fuente: Elaboración propia*

Con los resultados obtenidos, se puede ver que la mejor solución no sería atender a menos pacientes en el mismo periodo de tiempo. Así no se conseguiría que la duración de la consulta aumentase en exceso, que es lo que se quería conseguir. Por el contrario, no solo no se mejoraría el objetivo buscado, sino que además las esperas pasarían a durar 9,6 minutos, cuando anteriormente eran 4. Por lo tanto, no se recomendaría a la clínica disminuir la frecuencia de atención a pacientes para que estas visitas sean más extensas.

*b) Medicina:*

Como se ha mencionado, sería conveniente aumentar el número de médicos que atienden en la clínica, puesto que los pacientes esperan demasiado y el tiempo que pasan con el doctor es muy reducido en comparación. Por lo tanto, se va a calcular las características de operación con una tasa de llegada  $\lambda$  de 13 pacientes/ hora y una tasa de servicio de 15

pacientes a la hora, pero en esta ocasión con un número de médicos  $k=2$  y  $k=3$ , para conocer cuál sería la mejor solución.

**Tabla 4: Resolución de la evaluación de mejoras en el área de enfermería.**

Cuando se dispone de 2 médicos ( $k=2$ )	Cuando se dispone de 3 médicos ( $k=3$ )
Po: Razón $\frac{13}{15} = 0.86 \rightarrow 0,4035$ 40,35%	Po: Razón $\frac{13}{15} = 0.86 \rightarrow 0,4248$ 42,48%
$Lq = \frac{\left(\frac{13}{15}\right)^2 13 \cdot 15}{(2-1)!(2 \cdot 15 - 13)^2} = 0,4035 = 3,47$ 3,47 pacientes	$Lq = \frac{\left(\frac{13}{15}\right)^3 13 \cdot 15}{(3-1)!(3 \cdot 15 - 13)^2} = 0,4248 = 0,80$ 0,8 pacientes
$L = 3,47 + \frac{13}{15} = 4,34$ 4,34 pacientes	$L = 0,80 + \frac{13}{15} = 1,66$ 1,66 pacientes
$Wq = \frac{3,47}{13} = 0,27$ 16,04 minutos	$Wq = \frac{0,8}{13} = 0,0615$ 3,69 minutos
$W = 0,27 + \frac{1}{15} = 0,33$ 20,04 minutos	$W = 0,0615 + \frac{1}{15} = 0,128$ 7,69 minutos
$Pw = \frac{1}{2!} \left(\frac{13}{15}\right)^2 \left(\frac{2 \cdot 15}{2 \cdot 15 - 13}\right) * 0,4035 = 0,267$ 26,7%	$Pw = \frac{1}{3!} \left(\frac{13}{15}\right)^3 \left(\frac{3 \cdot 15}{3 \cdot 15 - 13}\right) 0,4248 = 0,0615$ 6,15%
$P6 = \frac{\left(\frac{13}{15}\right)^6}{2!2^{6-2}} * 0,4035 = 0,0132$ 1,32%	$P6 = \frac{\left(\frac{13}{15}\right)^6}{3!3^{6-3}} * 0,4248 = 0,0026$ 0,27%

Fuente: Elaboración propia

Con estos resultados, se puede ver que añadiendo un único médico adicional a la clínica no resultaría suficiente, puesto que la espera sería en término medio 16,04 minutos esperando

a un promedio de 3,47 personas. De lo contrario, si el número de médicos asciende a 3, el tiempo de espera se reduce considerablemente, ya que pasaría a ser la espera de 3,69 minutos y el tiempo total de la estancia en medicina de 7,69 minutos. De este modo, con tres médicos atendiendo en la clínica, el servicio sería de una calidad mucho mayor.

#### **2.6.4. Simulación: Tiempo en la clínica**

Para ver el problema de un modo más amplio y dinámico, se va a completar el estudio con la simulación. De este modo, se va a simular con Excel el comportamiento de las esperas en los tres escenarios en una jornada de la clínica. Mediante números aleatorios facilitados por la hoja de cálculo, se van a dar diferentes tiempos de espera y de servicio, para que así se compruebe cómo se ocupa la clínica desde que abre a las 8:30 de la mañana hasta que cierra a las 16:00 horas. Esto va a permitir comprobar el número de clientes que van a poder acceder a la clínica dependiendo el tipo de servicio que desean y el tiempo medio que pasan.

##### *a) Enfermería*

Los que solo acuden a enfermería tienen que pasar antes por el área de recepción. En el área de recepción se han estimado unos tiempos de espera uniformes con un mínimo de 0 minutos de espera y un máximo de 9, y un tiempo de servicio de distribución normal de media 1,5 minutos y desviación estándar de 0,5. Una vez que se estima el sumatorio del tiempo que pasan en recepción, se calcula la hora de llegada a enfermería, donde tendrán que esperar un tiempo determinado por una distribución uniforme de mínimo 0 minutos y máximo 8. Sumando estos dos tiempos, se conoce la hora de salida del paciente, que será cuando entrará el siguiente, el cual va a seguir el mismo proceso y se refleja en el anexo 2 tabla 5. Los cálculos muestran que en este tiempo pueden acceder a la clínica 40 pacientes, los cuales pasan en la clínica un promedio de 11 minutos.

##### *b) Medicina*

El estudio del comportamiento de las esperas de medicina sigue el mismo proceso que el comentado en enfermería. Primero acuden a recepción y se establecen los mismos datos mencionados en el punto anterior. Sin embargo, los tiempos de medicina son diferentes, puesto que los tiempos de espera de los pacientes se toman aleatoriamente con una distribución uniforme con tiempo mínimo 0 minutos y máximo 40. Los tiempos de servicio siguen una distribución normal con media 8 minutos y desviación de 1 minuto.

En este caso, debido a que los tiempos de espera son muy elevados para ser atendido en medicina, únicamente pueden ser atendidos 11 pacientes, los cuales pasan de manera promedio 37 minutos en la clínica, tal y como muestra la tabla 6 del segundo anexo.

Sin embargo, se ha estimado que sería conveniente que se aumentara el número de médicos en la clínica para ofrecer un mejor servicio en cuanto a las esperas se refiere. Por ello, se va a estudiar el mismo caso suponiendo que los tiempos de espera máximos de los pacientes en medicina se reducen a la mitad, es decir, 20 minutos. Con la tabla 7 de Excel del anexo 2, se puede ver que el tiempo total promedio que pasan en la clínica pasa a ser de 23

minutos, y el número posible esperado de pacientes que pueden ser atendidos asciende a 19.

*c) Enfermería y medicina*

Cuando un paciente quiere acudir tanto a enfermería como a medicina, tiene que pasar primero por recepción. Las esperas y los servicios siguen las mismas distribuciones de los casos anteriores, pero esta vez el paciente va a pasar más tiempo en la clínica debido a pasar por todas las áreas del sistema. En este caso, tal y como muestra la tabla 8 del segundo anexo, únicamente van a poder acudir 11 pacientes, los cuales van a tener que pasar un promedio de 41 minutos en la clínica.

Este tiempo es excesivo, puesto que la mayoría de los minutos que pasan lo hacen esperando. Por lo tanto, al igual que en el caso anterior, se va a establecer que se aumenta el número de médicos a atender y por tanto el tiempo máximo de espera en medicina se reduce a la mitad, siendo 20 minutos. De este modo se logra aumentar el número de pacientes a 16 y el tiempo de espera pasa a ser de media 27 minutos, indicado en la tabla 9 del anexo 2.

## CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES

Como se ha visto, uno de los principales temas que preocupa a la sociedad en cuanto a la sanidad, es el colapso a causa del alto grado de demanda. Estas situaciones, hacen que los pacientes tengan que sufrir esperas para ser atendidos en sanidad, tanto en esperas físicas como en listas de espera quirúrgicas. Esto no solo causa malestar en los pacientes, sino que también hace que la calidad de vida de los ciudadanos se vea empeorada. Por ello, en base de los objetivos planteados al inicio del trabajo, se van a establecer una serie de conclusiones.

En el ámbito de los servicios es muy importante cuidar las esperas, ya que los clientes, al ver largas colas o salas de espera saturadas, contemplan una primera imagen del servicio como deficitario. Esto provoca una sensación al cliente de un servicio de poca calidad, lo cual puede repercutir en el grado de demanda que va a adquirir. Por ello no solo es importante cuidar el tiempo que pasan esperando, sino también el ambiente que se da en las salas de espera.

Por una parte, una de las causas del aumento de las esperas en la sanidad radica en que hay una mayor conciencia de bienestar social debido al buen estado de salud. Esto es que, la población tiene como una de sus mayores prioridades en sus vidas la de disfrutar de una buena salud, lo que lleva a que acudan al médico con mayor frecuencia comparando con épocas anteriores. Además, el envejecimiento de la pirámide de población en muchos países desarrollados, hace que aumente el número de demanda sanitaria, puesto que a edades más avanzadas es más común padecer enfermedades. Por otra parte, debido a la crisis que han sufrido muchos países en los últimos tiempos, los recortes sanitarios por parte de los gobiernos han hecho que la sanidad se vea insuficiente con respecto a la demanda, haciendo que las esperas aumenten. Por ello, las esperas en los servicios vienen directamente influenciadas a causa de no equilibrar la oferta del servicio con la demanda de la población objetivo.

En el caso estudiado, se ha hecho hincapié en las esperas médicas físicas, en las que los pacientes acuden a su centro médico y tienen que esperar a ser atendidos. En este escenario, las clínicas tienen que estudiar los tiempos de espera de los pacientes para que las salas no se vean colapsadas. Como se ha visto, este estudio tiene que ser más cuidadoso cuando se trata de una clínica privada. En el caso de estas clínicas, los pacientes tienen que abonar el coste de la consulta, por tanto, su expectativa va a ser de un servicio óptimo, donde no van a permitir esperas elevadas, puesto que si es así, acudirán a otro centro, asumiendo la pérdida de pacientes.

Cuando las esperas son físicas, es importante el estudio de la gestión de las citas previas. Si un paciente anuncia que va a acudir a la clínica, esta puede asignar los tiempos de llegada de una manera menos arbitraria. Esto hace que las empresas posean una mayor información, que les va a permitir gestionar mejor las esperas, y así, el paciente pasará menos tiempo esperando en la clínica. Por tanto, la información es un elemento de gran relevancia en el estudio de colas, ya que va a permitir un mayor ajuste entre oferta y demanda, y por tanto, una reducción de las esperas.



Estos problemas no se dan de la misma forma en el caso de si el centro médico es público o privado. Tras analizar las diferentes modalidades, se ha podido ver que la sanidad pública, como es en el mayor de los casos en España, estas esperas son de mayor tiempo. Esto es así porque la población, cuando habita en un estado con una sanidad pública disponible para toda la sociedad, acude en contadas ocasiones a los centros privados. Por ello, el mayor peso de la demanda sanitaria cae en la sanidad pública. Esta sanidad pública tiene que tener los suficientes recursos para atender a todos los pacientes que solicitan el servicio, pero sin tener parte de esos recursos ociosos, puesto que al estar financiados con dinero público no se puede desperdiciar, ni dar a lugar a costes de oportunidad que podrían emplearlo en otras áreas. Por tanto, la sanidad pública ha pecado en los últimos años de poseer recursos insuficientes, provocando largas lista de esperas y centros médicos abarrotados en los que los pacientes han pasado horas esperando sin ser atendidos. Pero estos problemas requieren un estudio que conlleva muchos parámetros que engloban a cada gobierno de los países, mirando la financiación y el gasto público del mismo.

En el caso de la sanidad privada, específicamente estudiada la de Estados Unidos, se ha visto que estos problemas tienen una solución algo más sencilla. Esto es así debido a que, al ser empresas privadas, pueden emplear sus recursos y hacer inversiones de manera más libre. Se rigen por el funcionamiento de mercado y por la estrategia que quieren llevar. Pueden tomar la decisión de llevar una estrategia de diferenciación, aportando un servicio óptimo, que incluya unos tiempos de espera muy reducidos para que el paciente no se vea molestado, o por el contrario, pueden seguir una estrategia de reducción en costes, teniendo menos inversión en personal y recursos, sacrificando las esperas haciendo que estas sean más largas. En cualquier caso, para cumplir con las expectativas de los clientes que hacen los pagos del servicio, es esencial el estudio de las esperas.

Tomando el ejemplo de una clínica privada, podemos ver que combinando los métodos de teoría de colas y simulación, se refleja de una manera muy clara cómo se modifican los tiempos de espera cuando varían los tiempos de las visitas o cuando se amplían el número de personal médico al servicio. Con estos métodos, los centros médicos pueden evaluar la ampliación de personal para dar un mejor servicio al paciente. Como se ha dicho, esto es especialmente importante en el caso de los centros privados, debido a que el paciente tiene que hacer un esfuerzo económico para acudir al médico y espera tener un servicio de calidad. En caso contrario, decidirá ir a otro centro que le ofrezca mejores servicios.

Para finalizar, cabe señalar que este tema es suficientemente amplio como para abordar más estudios al respecto. Estos estudios podrían contemplar el comportamiento de las esperas en urgencias, donde hay que tener en cuenta en el estudio no solo el tiempo de llegada, sino también la prioridad del paciente basada en su estado de salud. También es interesante conocer cómo se comportan las esperas de las listas quirúrgicas o de visitas a especialistas, caracterizadas por no ser esperas físicas y que se alargan a varios meses en muchas ocasiones.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1 20minutos.es diario electrónico. Julio 2015. *El 22% de los españoles esperaron más de 1 hora para la consulta de atención primaria*. Consulta diciembre 2015. Recuperado de:  
<http://www.20minutos.es/noticia/2506239/0/sala-espera/atencion-primaria/consulta-especialistas/>
- 2 Asociación de Economía de la Salud (AES). Febrero de 2014: *Sistema Nacional de Salud, diagnóstico y propuestas de avance*. (ed. Primera). Consulta noviembre 2015. Edición electrónica. Recuperado de:  
[http://aes.es/Publicaciones/SNS\\_version\\_completa.pdf](http://aes.es/Publicaciones/SNS_version_completa.pdf)
- 3 Biblioteca nacional de los EE.UU. Consulta diciembre 2015. Recuperado de:  
<https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/medicaid.html>
- 4 Biblioteca nacional de los EE.UU. Consulta diciembre 2015. Recuperado de:  
<https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/medicare.html>
- 5 Biel Fortuny i Organs (2009): *La Gestión de la excelencia en los centros sanitarios*.
- 6 BlueCross BlueShield of Illinois. Consulta diciembre 2015. Recuperado de:  
<http://espanol.bcbsil.com/insurance-basics/how-health-insurance-works/what-is-an-hmo>
- 7 Constitución Española de 1978. Consulta diciembre 2015. Recuperado de:  
<http://www.congreso.es/consti/constitucion/indice/titulos/articulos.jsp?ini=43&tipo=2>
- 8 D. A. Lind, R.D. Mason, W. G. Marchal (2001): *Estadística para Administración y Economía*. Irwin McGraw-Hill.
- 9 Daniel Serra de La Figuera (2002): *Métodos cuantitativos para la toma de decisiones con aplicaciones en el ámbito sanitario*. Edición electrónica.
- 10 David R.Anderson, Dennis J.Sweeney, Thomas A. Williams, Jeffrey D Camm, Kipp Martin (2011). *Métodos Cuantitativos para los Negocios*. (11ª Edición). México: Cengage Learning.
- 11 Ehealth Insurance. Consulta diciembre 2015. Recuperado de:  
<https://www.ehealthinsurance.com/health-plans/ppo/?allid=Doc31824>
- 12 Elena G. Sevillano, diario El País (marzo 2015): *10.000 millones menos para sanidad*. Consulta diciembre 2015. Madrid: edición electrónica. Recuperado de:  
[http://politica.elpais.com/politica/2015/03/14/actualidad/1426369300\\_405355.html](http://politica.elpais.com/politica/2015/03/14/actualidad/1426369300_405355.html)
- 13 Gross, D., Harris, C.M. (1985). *Fundamentals of Queueing Theory*.

- 14 Ildefonso Grande Esteban (2005): *Marketing de los servicios*. 4º edición. Madrid: ESIC editorial.
- 15 Información acerca del sistema “Medicare”. Consulta noviembre 2015. Recuperado de: [www.medicare.com](http://www.medicare.com)
- 16 Informe anual del Sistema Nacional de Salud 2013: *situación de salud, sistema sanitario y opinión de los ciudadanos*. Consulta diciembre 2015. Recuperado de: [www.searteriosclerosis.org/resources/archivosbd/clinica\\_investigacion/543f407956fa471833f8ad81a0198e02.pdf](http://www.searteriosclerosis.org/resources/archivosbd/clinica_investigacion/543f407956fa471833f8ad81a0198e02.pdf)
- 17 Informe de la Organización Mundial de la Salud 2009: *Women and Health: Today's evidence tomorrow's agenda*.
- 18 Instituto Nacional de Estadística: Encuesta Nacional de Salud 2011-2012. Consulta noviembre 2015. Recuperado de: [www.ine.es](http://www.ine.es)
- 19 James A. Fitzsimmons y Mona J. Fitzsimmons: (2006). *Service Management. Operations, strategy and Information Technology*. (5º edición). Singapur: The Mc Graw-Hill.
- 20 Josep Garriga, diario El País (Abril 2010): *Las visitas al medico bajan hasta el 30% gracias a la receta electronica*. Consulta diciembre 2015. Barcelona: edición electronica. [http://elpais.com/diario/2010/04/09/sociedad/1270764003\\_850215.html](http://elpais.com/diario/2010/04/09/sociedad/1270764003_850215.html)
- 21 Josep Martí Valls (2008): *Scripta Nova: Revista electrónica de geografía y ciencias sociales. Artículo: Las largas esperas en la atención sanitaria pública, un problema de pérdida de calidad. Vol. XII, num. 270 (102)*. Barcelona. Recuperado de: <http://www.ub.edu/geocrit/-xcol/6.htm>
- 22 María Luz Martín Peña, Eloísa Díaz Garrido (2013): *Fundamentos de dirección de operaciones en empresas de servicios*. Madrid: ESIC editorial.
- 23 Pablo Hernández de Cos (2004): *Empresa pública, privatización y eficiencia. Estudios económicos nº75*. Consulta diciembre 2015. Madrid: Banco de España. Recuperado de: <http://www.bde.es/f/webbde/SES/Secciones/Publicaciones/PublicacionesSerias/EstudiosEconomicos/Fic/azul75.pdf>
- 24 Rafael Pampollon (febrero 2015) .Economy Webblog: *Estructura de la economía española por sectores económicos y el empleo (1970-2014)*. Consulta diciembre 2015. Recuperado de: <http://economy.blogs.ie.edu/archives/2015/02/estructura-de-la-economia-espanola-por-sectores-economicos-y-el-empleo-1970-2014.php>

- 25 Renaissance Women's Group. Consulta noviembre 2015. Recuperado de:  
[www.rwgdocs.com](http://www.rwgdocs.com)
- 26 Requiez (septiembre 2013). Consulta diciembre 2015: *Importancia de las salas de espera*. Recuperado de:  
<http://requiez.com/articulos/importancia-de-las-salas-de-espera>
- 27 Ricardo Cao Abad (2002): *Introducción a la simulación y a la teoría de colas*. 1ª Edición.
- 28 Secretaría General de Sanidad (Diciembre 2014): *Sistema de Información sobre Listas de Espera en el Sistema Nacional de Salud: Indicadores resumen*.
- 29 Sistema Nacional de Salud: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. España 2012. Consulta noviembre 2015. Recuperado de:  
<http://www.msssi.gob.es/organizacion/sns/docs/sns2012/SNS012.pdf>
- 30 The official website of the City of Austin. Consulta noviembre 2015. Recuperado de :  
<https://www.austintexas.gov/page/top-ten-demographic-trends-austin-texas>
- 31 Tomas Rice, Pauline Rosenau, Lynn Y.Unruh, Andrew J. Barnes (2013): *United States of America. Health system review* (Vol. 15, nº 3). Reino Unido: Board.
- 32 United States Census: *Ingresos, pobreza y cobertura de seguro médico en los Estados Unidos: 2014*, septiembre 2015. Consulta noviembre 2015. Recuperado de:  
<https://www.census.gov/newsroom/press-releases/2015/cb15-157sp.html>
- 33 Yasar A. Ozcan (2009.) *Quantitative Methods in Health Care Management Techniques and Applications*. (Segunda edición). Estados Unidos: Jossey-Bass

ANEXO 1:

TABLA DE VALORES DE  $P_0$  PARA LÍNEAS DE ESPERA DE MÚLTIPLES CANALES CON LLEGADAS POISSON Y TIEMPOS DE SERVICIO EXPONENCIALES.

Tabla extraída del manual: David R.Anderson, Dennis J.Sweeney, Thomas A. Williams, Jeffrey D Camm, Kipp Martin (2011). *Métodos Cuantitativos para los Negocios*. (11ª Edición)

Razón $\lambda/\mu$	Número de canales ( $k$ )			
	2	3	4	5
0.15	0.8605	0.8607	0.8607	0.8607
0.20	0.8182	0.8187	0.8187	0.8187
0.25	0.7778	0.7788	0.7788	0.7788
0.30	0.7391	0.7407	0.7408	0.7408
0.35	0.7021	0.7046	0.7047	0.7047
0.40	0.6667	0.6701	0.6703	0.6703
0.45	0.6327	0.6373	0.6376	0.6376
0.50	0.6000	0.6061	0.6065	0.6065
0.55	0.5686	0.5763	0.5769	0.5769
0.60	0.5385	0.5479	0.5487	0.5488
0.65	0.5094	0.5209	0.5219	0.5220
0.70	0.4815	0.4952	0.4965	0.4966
0.75	0.4545	0.4706	0.4722	0.4724
0.80	0.4286	0.4472	0.4491	0.4493
0.85	0.4035	0.4248	0.4271	0.4274
0.90	0.3793	0.4035	0.4062	0.4065
0.95	0.3559	0.3831	0.3863	0.3867
1.00	0.3333	0.3636	0.3673	0.3678
1.20	0.2500	0.2941	0.3002	0.3011
1.40	0.1765	0.2360	0.2449	0.2463
1.60	0.1111	0.1872	0.1993	0.2014
1.80	0.0526	0.1460	0.1616	0.1646
2.00		0.1111	0.1304	0.1343
2.20		0.0815	0.1046	0.1094
2.40		0.0562	0.0831	0.0889
2.60		0.0345	0.0651	0.0721
2.80		0.0160	0.0521	0.0581
3.00			0.0377	0.0466
3.20			0.0273	0.0372
3.40			0.0186	0.0293
3.60			0.0113	0.0228
3.80			0.0051	0.0174
4.00				0.0130
4.20				0.0093
4.40				0.0063
4.60				0.0038
4.80				0.0017

## ANEXO 2: RESULTADOS DEL PROBLEMA OBTENIDOS CON EXCEL

**Tabla 5: Horario de esperas en la clínica cuando un paciente quiere acudir a enfermería**

Nº paciente	Recepción				Enfermería				Tiempo en la clínica
	Hora de entrada	Tiempo de espera	Tiempo de servicio	Hora de salida	Hora de llegada	Tiempo de espera	Tiempo de servicio	Hora de salida	
1	8:30:00	3	2	8:37	8:37	4	2	8:43	13
2	8:43	0	0	8:46	8:46	5	2	8:53	10
3	8:53	2	2	9:04	9:04	1	2	9:07	14
4	9:07	3	1	9:10	9:10	4	2	9:16	9
5	9:16	6	1	9:25	9:25	1	3	9:29	13
6	9:29	4	2	9:36	9:36	2	3	9:41	12
7	9:41	9	2	9:47	9:47	4	2	9:53	12
8	9:53	5	2	9:56	9:56	4	1	10:02	9
9	10:02	8	0	10:05	10:05	6	1	10:12	10
10	10:12	8	2	10:18	10:18	4	2	10:24	12
11	10:24	4	2	10:32	10:32	5	2	10:39	15
12	10:39	0	1	10:42	10:42	2	1	10:45	6
13	10:45	7	1	10:51	10:51	5	2	10:58	13
14	10:58	1	2	11:03	11:03	6	2	11:11	13
15	11:11	4	1	11:15	11:15	1	3	11:19	8
16	11:19	0	1	11:24	11:24	2	1	11:27	8
17	11:27	3	2	11:35	11:35	8	2	11:45	18
18	11:45	8	1	11:55	11:55	7	3	12:05	20
19	12:05	1	2	12:15	12:15	0	3	12:18	13
20	12:18	5	1	12:28	12:28	6	2	12:36	18
21	12:36	2	1	12:37	12:37	1	2	12:40	4
22	12:40	1	2	12:43	12:43	6	1	12:50	10
23	12:50	6	1	12:55	12:55	7	2	13:04	14
24	13:04	2	1	13:06	13:06	5	2	13:13	9
25	13:13	5	1	13:19	13:19	7	1	13:27	14
26	13:27	7	2	13:30	13:30	4	3	13:37	10
27	13:37	6	3	13:46	13:46	1	2	13:49	12
28	13:49	5	2	14:00	14:00	0	1	14:01	12
29	14:01	3	2	14:04	14:04	0	3	14:07	6
30	14:07	8	1	14:08	14:08	4	3	14:15	8
31	14:15	3	1	14:22	14:22	7	2	14:31	16
32	14:31	8	2	14:36	14:36	6	1	14:43	12
33	14:43	2	2	14:47	14:47	8	3	14:58	15
34	14:58	8	1	15:03	15:03	0	2	15:05	7
35	15:05	2	1	15:13	15:13	0	1	15:14	9
36	15:14	5	2	15:21	15:21	1	2	15:24	10
37	15:24	1	1	15:30	15:30	3	1	15:34	10
38	15:34	3	2	15:42	15:42	7	2	15:51	17
39	15:51	7	2	16:01	16:01	4	3	16:08	17
40	16:08	2	2	16:12	16:12	3	2	16:17	9
Tiempo promedio en la clínica									11,675

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6: Horario de esperas en la clínica cuando un paciente quiere acudir a medicina**

Nº paciente	Recepción				Medicina				Tiempo total
	Hora de entrada	Tiempo de espera	Tiempo de servicio	Hora de salida	Hora de llegada	Tiempo de espera	Tiempo de servicio	Hora de salida	
1	8:30:00	3	2	8:35	8:35:00	2	10	8:46	16
2	8:46:00	0	0	8:46	8:46:00	38	7	9:31	45
3	9:31:00	2	2	9:35	9:35:00	24	7	10:06	35
4	10:06:00	3	1	10:10	10:10:00	26	8	10:44	38
5	10:44:00	6	1	11:51	11:51:00	3	8	12:02	18
6	12:02:00	4	2	12:08	12:08:00	12	11	12:31	29
7	12:31:00	9	2	12:42	12:42:00	19	7	13:08	37
8	13:08:00	5	2	13:15	13:15:00	33	9	13:57	49
9	13:57:00	8	0	14:05	14:05:00	15	8	14:28	31
10	14:28:00	8	2	14:38	14:38:00	30	9	15:17	49
11	15:17:00	4	2	15:23	15:23:00	26	9	16:08	67
Promedio tiempo total									37,6363636

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 7: Horario de esperas mejorado cuando un paciente quiere acudir a medicina**

Nº paciente	Recepción				Medicina				Tiempo total
	Hora de entrada	Tiempo de espera	Tiempo de servicio	Hora de salida	Hora de llegada	Tiempo de espera	Tiempo de servicio	Hora de salida	
1	8:30:00	3	2	8:35	8:35:00	1	10	8:46	16
2	8:46:00	0	0	8:46	8:46:00	19	7	9:12	26
3	9:12:00	2	2	9:16	9:16:00	12	7	9:35	23
4	9:35:00	3	1	9:39	9:39:00	13	8	10:00	25
5	10:00:00	6	1	10:07	10:07:00	2	8	10:17	17
6	10:17:00	4	2	10:23	10:23:00	6	11	10:40	23
7	10:40:00	9	2	10:51	10:51:00	10	7	11:08	28
8	11:08:00	5	2	11:15	11:15:00	17	9	11:41	33
9	11:41:00	8	0	11:49	11:49:00	8	8	12:05	24
10	12:05:00	8	2	12:15	12:15:00	15	9	12:39	34
11	12:39:00	4	2	12:45	12:45:00	13	9	13:07	28
12	13:07:00	0	1	13:08	13:08:00	5	10	13:23	16
13	13:23:00	7	1	13:31	13:31:00	5	7	13:43	20
14	13:43:00	1	2	13:46	13:46:00	12	8	14:06	23
15	14:06:00	4	1	14:11	14:11:00	2	7	14:20	14
16	14:20:00	0	1	14:21	14:21:00	13	7	14:41	21
17	14:41:00	3	2	14:46	14:46:00	11	8	15:05	24
18	15:05:00	8	1	15:14	15:14:00	14	9	15:37	32
19	15:37:00	1	2	15:40	15:40:00	18	7	16:05	28
								Promedio tiempo total	23,94736842

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8: Horario de esperas cuando un paciente quiere acudir a enfermería y posteriormente a medicina.**

Nº paciente	Recepción				Enfermería				Medicina				Tiempo total	
	H. de entrada	T. de espera	T. de servicio	H. de salida	H. de entrada	T. de espera	T. de servicio	H. de salida	H. de entrada	T. de espera	T. de servicio	H. de salida		
1	8:30:00	3	2	8:35:00	8:35:00	4	2	8:41:00	8:41:00	1	10	8:53	23	
2	8:53:00	0	0	8:53:00	8:53:00	5	2	9:00	9:00:00	19	7	9:45	52	
3	9:45:00	2	2	9:49:00	9:49:00	1	2	9:52	9:52:00	12	7	10:23	38	
4	10:23:00	3	1	10:27:00	10:27:00	4	2	10:33	10:33:00	13	8	11:07	44	
5	11:07:00	6	1	11:14:00	11:14:00	1	3	11:18	11:18:00	2	8	11:29	22	
6	11:29:00	4	2	11:35:00	11:35:00	2	3	11:40	11:40:00	6	11	12:03	34	
7	12:03:00	9	2	12:14:00	12:14:00	4	2	12:20	12:20:00	10	7	12:46	43	
8	12:46:00	5	2	12:53:00	12:53:00	4	1	12:58	12:58:00	17	9	13:40	54	
9	13:40:00	8	0	13:48:00	13:48:00	6	1	13:55	13:55:00	8	8	14:18	38	
10	14:18:00	8	2	14:28:00	14:28:00	4	2	14:34	14:34:00	15	9	15:13	55	
11	15:13:00	4	2	15:19:00	15:19:00	5	2	15:26	15:26:00	13	9	16:01	48	
													Promedio tiempo total	41

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9: Horario de esperas mejorado cuando un paciente quiere acudir a enfermería y posteriormente a medicina.**

Nº paciente	Recepción				Enfermería				Medicina				Tiempo total	
	H. de entrada	T. de espera	T. de servicio	H. de salida	H. de entrada	T. de espera	T. de servicio	H. de salida	H. de entrada	T. de espera	T. de servicio	H. de salida		
1	8:30:00	3	2	8:35:00	8:35:00	4	2	8:41:00	8:41:00	1	10	8:52	22	
2	8:52:00	0	0	8:52:00	8:52:00	5	2	8:59	8:59:00	19	7	9:25	33	
3	9:25:00	2	2	9:29:00	9:29:00	1	2	9:32	9:32:00	12	7	9:51	26	
4	9:51:00	3	1	9:55:00	9:55:00	4	2	10:01	10:01:00	13	8	10:22	31	
5	10:22:00	6	1	10:29:00	10:29:00	1	3	10:33	10:33:00	2	8	10:43	10	
6	10:43:00	4	2	10:49:00	10:49:00	2	3	10:54	10:54:00	6	11	11:11	17	
7	11:11:00	9	2	11:22:00	11:22:00	4	2	11:28	11:28:00	10	7	11:45	34	
8	11:45:00	5	2	11:57:00	11:57:00	4	1	12:02	12:02:00	17	9	12:28	43	
9	12:28:00	8	0	12:36:00	12:36:00	6	1	12:43	12:43:00	8	8	12:59	31	
10	12:59:00	8	2	13:09:00	13:09:00	4	2	13:15	13:15:00	15	9	13:39	40	
11	13:39:00	4	2	13:45:00	13:45:00	5	2	13:52	13:52:00	13	9	14:14	35	
12	14:14:00	0	1	14:15:00	14:15:00	2	1	14:18	14:18:00	5	10	14:33	19	
13	14:33:00	7	1	14:41:00	14:41:00	5	2	14:48	14:48:00	5	7	15:00	27	
14	15:00:00	1	2	15:03:00	15:03:00	6	2	15:08	15:08:00	12	8	15:28	28	
15	15:28:00	4	1	15:33:00	15:33:00	1	3	15:37	15:37:00	2	7	15:46	18	
16	15:46:00	0	1	15:47:00	15:47:00	2	1	15:50	15:50:00	13	7	16:10	24	
													Promedio tiempo total	27,375

Fuente: Elaboración propia