

31261
2ej.



Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA

División de Estudios de Posgrado

**DESARROLLO DE LINEAS DE ESPERA EN EL SERVICIO DE
CONSULTA EXTERNA EN UNA UNIDAD DE TERCER NIVEL:
UN MODELO PARA LA MODERNIZACION DEL SERVICIO.**

T E S I S

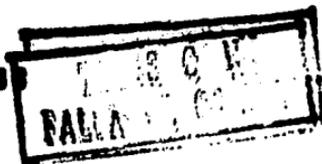
Para obtener el Grado de Maestra en
Investigación de Servicios de Salud

presenta

Licenciada en Psicología

Ana Luisa Mónica González - Celis Rangel

1980





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE.

RESUMEN

1. INTRODUCCION.....	1
2. MARCO TEORICO.	
2.1 Naturaleza de la Investigación de Operaciones	4
2.1.1 Origen y evolución de la investigación de operaciones.....	5
2.1.2 Características principales de la investigación de operaciones.....	6
2.1.3 Elementos de la toma de decisiones.....	7
2.1.4 Modelos en investigación de operaciones	8
2.2 Teoría de Líneas de Espera.....	9
2.2.1 Estructura de los modelos de líneas de espera.....	13
2.3 Aplicación de los Modelos de Líneas de Espera.	23
2.4 Simulacro y su Aplicación en los Servicios de Salud.....	26
3. PLANTEAMIENTO DE LOS PROBLEMAS.	
3.1 Criterios para la Selección de Problemas de Investigación de Servicios de Salud.....	28
3.2 Planteamiento de los Problemas Objeto de Investigación.....	30
4. JUSTIFICACION.	
4.1 Aplicación de la Investigación de Servicios de Salud.....	35
4.2 Importancia de la Investigación.....	39
5. OBJETIVOS.	
5.1 Objetivo General.....	41
5.2 Objetivos Específicos.....	42
6. HIPOTESIS.	
6.1 Hipótesis General.....	43
6.2 Supuestos de Trabajo.....	43
7. METODOLOGIA.	
7.1 Diseño de la Investigación.....	45
7.2 Definición del Universo de Estudio.....	47
7.2.1 Diseño de la muestra.....	47
7.3 Operacionalización de Variables.....	48
7.4 Procedimiento para Recolectar los Datos.....	50
7.5 Instrumento para Recolectar los Datos.....	52
7.5.1 Diseño del instrumento.....	52
7.5.2 Validez y confiabilidad.....	53
7.6 Herramientas para el Procesamiento de Datos: SYSTAT y Programa de Simulación.....	56

8. RESULTADOS.

8.1	Descripción del Sistema Actual: Diagrama de Flujo y Diagrama de Tiempos y Movimientos....	58
8.2	Determinación de las Distribuciones de Probabilidad de los Tiempos de Llegada y de los Tiempos de Servicio del Sistema Actual...	60
8.3	Prueba de Bondad de Ajuste para la Distribución de Llegadas de Pacientes y la Distribución Duración del Servicio.....	62
8.3.1	Distribución de llegadas de pacientes de primera vez y subsecuentes a los servicios de la consulta externa del I.N.P.	63
8.3.2	Distribución de la duración del servicio de los pacientes de primera vez y subsecuentes que acuden a la consulta externa del I.N.P.	64
8.4	Diseño del Modelo de Prestación de Servicios para la Consulta Externa del I.N.P.	65
9.	DISCUSION DE LOS RESULTADOS.....	71
10.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	74

BIBLIOGRAFIA.

FIGURAS.

TABLAS.

APENDICES.

"A" Notación en la Teoría de Colas.

"B" Algunos Modelos de Líneas de Espera.

"C" Instrumentos para Recopilar los Datos.

"D" Formulario.

INDICE DE FIGURAS

- FIGURA No. 1 Modelos de Investigación de Operaciones.
- FIGURA No. 2 Proceso Básico de Colas.
- FIGURA No. 3 Sistema Investigación de Servicios de Salud.
- FIGURA No. 4 Diagrama de Flujo del Sistema Actual del I.N.P. para los Pacientes de Primera vez que acuden al Servicio de Consulta Externa de diatría (Septiembre, 1986).
- FIGURA No. 5 Diagrama de Flujo del Sistema Actual del I.N.P. para los Pacientes Subsecuentes que Acuden al Servicio de Consulta Externa de Pediatría (Septiembre, 1986).
- FIGURA No. 6 Diagrama de tiempos y movimientos del Sistema Actual del I.N.P. para los pacientes de Primera vez que acuden al servicio de consulta externa de pediatría (Septiembre, 1986).
- FIGURA No. 7 Diagrama de tiempos y movimientos del Sistema Actual del I.N.P. para los pacientes subsecuentes que acuden al servicio de consulta externa de pediatría (Septiembre, 1986).
- FIGURA No. 8 Diagrama de tiempos y movimientos del Sistema Actual del I.N.P. para los pacientes de primera vez rechazados que acudieron al servicio de consulta externa de pediatría (Sept.,1986).
- FIGURA No. 9 Distribución de Llegadas de los Pacientes de Primera Vez que Acuden a los Servicios de la Consulta Externa del I.N.P.
- FIGURA No.10 Distribución de Llegadas de los Pacientes Subsecuentes que Acuden a los Servicios de la Consulta Externa del I.N.P.
- FIGURA No. 11 Distribución del Tiempo de Servicio de los Pacientes de Primera Vez que Acuden a los Servicios de la Consulta Externa del I.N.P.
- FIGURA No. 12 Distribución del Tiempo de Servicio de los Pacientes Subsecuentes que Acuden a los Servicios de la Consulta Externa del I.N.P.

- FIGURA No. 13 Diagrama de Flujo del Sistema Propuesto para la Consulta Externa de Pediatría del I.N.P., para los Pacientes de Primera Vez (Abril, 1988).
- FIGURA No. 14 Diagrama de Flujo del Sistema Propuesto para la Consulta Externa de Pediatría del I.N.P., para los Pacientes Subsecuentes (Abril, 1988)
- FIGURA No. 15 Diagrama de Tiempos y Movimientos del Sistema Propuesto para la Consulta Externa de Pediatría del I.N.P. para los Pacientes de Primera Vez (Abril, 1988).
- FIGURA No. 16 Diagrama de Tiempos y Movimientos del Sistema Propuesto para la Consulta Externa de Pediatría del I.N.P. para los Pacientes Subsecuentes (Abril, 1988).

INDICE DE TABLAS

- TABLA No. 1 Esquema de las Líneas de Investigación sobre Servicios de Salud (O.M.S., 1982).
- TABLA No. 2 Número y Porcentaje de pacientes de primera vez que son aceptados o rechazados a los servicios del I.N.P., y pacientes subsecuentes a quienes se les hizo el seguimiento durante su estancia en el servicio de consulta externa de pediatría del Instituto.
- TABLA No. 3 Operacionalización de las Variables del Sistema "Servicio de Consulta Externa" del I.N.P.
- TABLA No. 4 Medidas de las Variables para los Diferentes Servicios de la Consulta Externa del I.N.P.
- TABLA No. 5 Tabla de Valores Resultantes del Sistema Actual de Consulta Externa de Pediatría del I.N.P.
- TABLA No. 6 Tabla de los Parámetros Resultantes de los Simulacros de los Modelos de Líneas de Espera del Sistema Actual de la Consulta Externa de Pediatría para los Pacientes de Primera Vez y Subsecuentes del I.N.P.
- TABLA No. 7 Tabla de Valores Propuestos para el Sistema de Consulta Externa de Pediatría del I.N.P. (Abr. 88).
- TABLA No. 8 Tabla de los Parámetros Resultantes de los Simulacros de los Modelos de Líneas de Espera del Sistema Propuesto para la Consulta Externa de Pediatría para los Pacientes de Primera Vez y Subsecuentes del I.N.P.
- TABLA No. 9 Comparación de los Parámetros de las Simulaciones de los Modelos de Líneas de Espera del Sistema Actual (datos observados) con el Sistema Propuesto (datos esperados), para el Sistema de Consulta Externa de Pediatría del I.N.P.
- TABLA No. 10 Comparación de los Tiempos y Porcentajes de Servicio, de Espera y en el Sistema, entre el Sistema Actual y el Sistema Propuesto, para la Consulta Externa de Pediatría del I.N.P.

RESUMEN.

La investigación de servicios de salud se desarrolla predominantemente en el área de la ciencia aplicada o tecnológica, permitiendo generar, recoger y analizar el conocimiento a través del estudio objetivo y sistemático de la estructura de los servicios, la forma como éstos operan, así como de la forma como influyen sobre las necesidades y expectativas de salud de la población.

De ahí que se planteó la investigación con el fin de evaluar la ejecución, eficiencia, costos y utilización del servicio de consulta externa de una unidad de tercer nivel de atención; haciendo un análisis de las prácticas laborales para medir la eficiencia del personal sanitario, mediante un estudio de tiempos y movimientos, y del análisis de líneas de espera, con el objeto de proponer un modelo de prestación de servicios de salud. Contribuyendo de esta forma en la gestión de los servicios de salud.

La estrategia metodológica que se siguió en la investigación se basó en el uso y aplicación de modelos de líneas de espera derivados de la investigación de operaciones mediante: (a) un diseño pre-experimental, que consistió en la recopilación de datos históricos a través de registros observacionales dentro del servicio de consulta externa de la unidad de tercer nivel; y (b) un diseño ex-ante-facto, que contempló corridas por computadora de programas de simulación, con el objeto de describir el comportamiento del sistema actual de prestación de servicios de salud de la unidad de tercer nivel de atención, y proponer el modelo alterno.

Con la aplicación de los modelos de líneas de espera en el sistema de prestación de servicios de la consulta externa, se detectaron patrones de comportamiento en el flujo de pacientes y en los diferentes servicios, información con la cual se diseñó el sistema propuesto con las modificaciones en las llegadas de los pacientes y la duración de los servicios.

En conclusión, la aplicación de modelos de líneas de espera puede extenderse a todos los sistemas de prestación de servicios de salud, siempre que se presente un problema donde la demanda de servicios exceda a la oferta, situación crónica en el caso de los servicios de salud en México; de ahí que la trascendencia del trabajo radique en los hallazgos encontrados para la planeación del sistema de prestación de servicios como modelo para la modernización del servicio.

1. INTRODUCCION:

Ante la cada vez más urgente necesidad de proporcionar servicios de salud eficientes que satisfagan las necesidades de la población demandante, nace la investigación de servicios de salud, con el fin de buscar alternativas para la solución de problemas y proveer de información basada en una metodología científica a los tomadores de decisiones.

Dentro de los objetivos de la investigación de servicios de salud, está la resolución de problemas prácticos y prioritarios de las instituciones del sector salud. Motivo por el cual, ante la problemática planteada por el Instituto Nacional de Pediatría, en su servicio de consulta externa de pediatría, sobre la prestación del servicio, se llevó a cabo la presente investigación.

Esta investigación estuvo dirigida al diseño de un modelo de servicios de salud, con el propósito de simplificar el servicio, para lo cual requirió de tecnología extraída de la investigación de operaciones, a través de modelos de líneas de espera y de simulaciones por computadora.

La investigación de operaciones es un herramienta que resulta útil siempre que se presentan situaciones en donde se tienen que asignar recursos limitados, situación crónica en los servicios de salud en México, debido a que la población que demanda atención siempre es mayor a los recursos ofrecidos por el sector salud.

La estrategia que se siguió en esta investigación se basó en el uso y aplicación de modelos de líneas de espera mediante: datos históricos recopilados en el instituto, y simulaciones por computadora, con el objetivo de describir el comportamiento del sistema de consulta externa de pediatría.

De esta manera se realizó un análisis del sistema actual sobre el flujo de pacientes, y el comportamiento de los diferentes servicios ofrecidos, para detectar fallas en el sistema y mejorar el sistema, modificándolo.

Con base en la información de las simulaciones del sistema actual, se diseñó el sistema propuesto para la consulta externa de pediatría, bajo ciertas restricciones.

Las implicaciones que tiene esta investigación dentro de los servicios de salud, es que ofrece herramientas derivadas de la investigación de operaciones, para la planificación, desarrollo y evaluación de sistemas de prestación de servicios, proponiendo un modelo en el que se contempla mejorar la calidad de la atención, considerando los costos directos así como los sociales.

El reporte de trabajo de tesis abarca diez capítulos; primero la introducción; en el segundo, se presenta el marco teórico en el que se sustenta el problema, bajo dos aproximaciones: la investigación de operaciones y la investigación de servicios de salud.

En el tercer capítulo se elabora el planteamiento de los problemas objeto de investigación, tomando como referencia algunos criterios que se utilizan para la selección de problemas.

En el capítulo cuarto se justifica la investigación, haciendo un análisis de las líneas de investigación de servicios de salud, de dónde se generan y su aplicación, destacando la importancia de ésta investigación.

Después en los capítulos cinco y seis, respectivamente, se hacen explícitos los objetivos, general y específicos de la investigación; y se menciona la hipótesis general y los supuestos de trabajo.

Posteriormente en el capítulo siete, se plantea la metodología empleada para abordar y estudiar los problemas, sustentada en los diseños de investigación pre-experimental, mediante la recopilación de datos históricos; y ex-ante-facto, llevando a cabo simulaciones por computadora. Indicando el lugar donde se realizó la investigación, y el periodo en el que se obtuvieron los datos, definiendo para ello, el universo de estudio y el diseño de la muestra. Asimismo haciendo hincapié en la operacionalización de las variables bajo estudio, en el acopio de los datos mediante un instrumento, y en el análisis de la validez y confiabilidad de los mismos. También se hace una descripción de las herramientas empleadas para el procesamiento de los datos, un paquete de computación el SYSTAT, y un programa de simulación para microcomputadora P.C.

Más adelante, en el capítulo ocho, se presentan los resultados, para lo cual se hace una descripción del sistema actual de la consulta externa de pediatría, a través de un diagrama de flujo y de un diagrama de tiempos y movimientos, asimismo se determinan las distribuciones de probabilidad de los tiempos de llegada de los pacientes y de los tiempos de servicio del sistema actual. Enseguida se realiza un análisis de las pruebas estadísticas para probar los modelos de líneas de espera del sistema actual; y se exponen los modelos de líneas de espera resultantes de los simulacros hechos para el sistema actual y para el propuesto. Y en base en esta información se diseña el modelo de prestación de servicios para la consulta externa de pediatría del I.N.P.

Y en el capítulo nueve se discuten los resultados tomando como referencia lo reportado por otros autores, haciendo hincapié en la aplicación de los modelos de líneas de espera en los servicios de salud.

Para concluir el trabajo de tesis, en el capítulo diez, se abordan dos puntos, las implicaciones de los modelos de líneas de espera dentro de la investigación de los servicios de salud, y la exposición de algunas recomendaciones para mejorar el servicio de consulta externa de pediatría del I.N.P., mencionando algunos tópicos para la implementación de investigaciones que giren alrededor de los modelos de líneas de espera aplicados a los servicios de salud en México.

2. MARCO TEORICO.

2.1 Naturaleza de la Investigación de Operaciones.

La investigación de operaciones es una herramienta moderna que incrementa la probabilidad de tomar mejores decisiones en las organizaciones productoras de bienes y servicios, siendo cada vez más extenso el número de directivos de organizaciones y profesionales que toman decisiones basándose en el análisis e interpretación inteligentes de información resultante de modelos matemáticos, proporcionada por la investigación de operaciones. Esta herramienta ha sido utilizada muy frecuentemente en todas las ramas de la Ingeniería, Economía, Administración, Ciencias Físico-Matemáticas, Ciencias Políticas, Ciencias Sociales y de la Educación, asimismo por las Ciencias de la Salud; debido a que es un instrumento que está íntimamente ligado a los procesos de planificación.

Thierauf (1978) define a la investigación de operaciones como "la utilización de un método planeado (el método científico) y un equipo interdisciplinario para representar relaciones funcionales complejas tales como los modelos matemáticos, con objeto de obtener una base cuantitativa para la toma de decisiones y descubrir nuevos problemas para el análisis cuantitativo" (p. 47).

Con base en esta definición, la investigación de operaciones es una ayuda o guía para completar el criterio de cualquier organización. La investigación de operaciones es la herramienta diseñada para aumentar la eficiencia de las decisiones.

En pocas palabras, la investigación de operaciones trata de suministrar información analizada y significativa sobre cuestiones tales como cómo, cuándo, y qué ocurriría si..., siendo un enfoque de análisis operacional que permite dar alternativas de solución a problemas planteados por profesionales que de alguna manera están vinculados a la toma de decisiones.

2.1.1 Origen y evolución de la investigación de operaciones.

Puede seguirse la huella de las raíces de la investigación de operaciones muchas decenas de años atrás, cuando se hicieron los primeros intentos para usar un punto de vista científico en la administración de las organizaciones. Sin embargo, generalmente se ha atribuido el principio de la actividad llamada investigación de operaciones a los servicios militares, al inicio de la segunda guerra mundial. Debido al esfuerzo de guerra, se presentó la urgente necesidad de asignar recursos escasos a las diversas operaciones militares y a las actividades dentro de cada operación, de una manera efectiva.

Acicateada por el éxito aparente de la investigación de operaciones en lo militar, gradualmente la industria se interesó en este nuevo campo. Conforme la explosión industrial que siguió a la guerra continuó su curso, los problemas causados por la complejidad y especialización crecientes en las organizaciones volvieron al primer plano. Un número creciente de personas, incluyendo consultores de negocios que habían pertenecido o cooperado con los equipos de investigación de operaciones durante la guerra, empezó a darse cuenta que básicamente éstos eran los mismo problemas, pero en un contexto diferente que habían encarado los militares. De esta manera, describe Naghi (1985), la investigación de operaciones empezó a filtrarse en la industria, los negocios y el gobierno civil.

Pueden identificarse al menos otros dos factores que desempeñaron un papel clave en el rápido crecimiento de la investigación de operaciones. Uno fue el progreso sustancial que pronto se llevó a cabo para mejorar las técnicas disponibles para la investigación de operaciones. Después de la guerra, muchos de los hombres de ciencia que habían participado en los equipos de investigación de operaciones o que habían oído hablar de este trabajo se sintieron motivados para investigar en ese campo, como resultado se lograron importantes avances para enriquecer la teoría de la investigación de operaciones.

Además de este rápido avance en la teoría, un segundo factor que dió gran ímpetu al crecimiento del campo fue el desarrollo del moderno computador digital. Por lo general se requiere una gran cantidad de cálculos para tratar de modo más efectivo los complejos problemas que típicamente son considerados por la investigación de operaciones. Por lo tanto, el desarrollo de las computadoras electrónicas digitales, con sus enormes capacidades en velocidad del cálculo, almacenamiento de información y recuperación de la misma, hizo posible la solución en breve tiempo de problemas de investigación con muchos y complejos cálculos, que antes requerían numerosas horas-hombre de trabajo.

2.1.2 Características principales de la investigación de operaciones.

Como su nombre lo sugiere la investigación de operaciones implica una "investigación acerca de operaciones". Esto dice algo acerca tanto del procedimiento como del área de aplicación del campo. Así, la investigación de operaciones se aplica a problemas que tienen que ver con la forma de conducir y coordinar las operaciones o actividades dentro de una organización. La naturaleza de la organización no interesa esencialmente y, de hecho, la investigación de operaciones se ha aplicado con amplitud en los negocios, la industria, la milicia, el gobierno y las dependencias civiles, etc. Por consiguiente, las posibilidades de aplicación son desacostrumbradamente amplias.

El punto de vista de la investigación de operaciones es el del método científico. En particular, el proceso se inicia observando y formulando cuidadosamente el problema y, a continuación, se construye un modelo científico, típicamente matemático, que intenta abstraer la esencia del problema real. Entonces se establece la hipótesis de que este modelo es una representación suficientemente precisa de las características esenciales de la situación de modo que las conclusiones o soluciones que se obtengan a partir del modelo también sean válidas para el problema real. Por tanto, en cierto sentido, la investigación de operaciones comprende una investigación científica creativa hacia las propiedades fundamentales de las operaciones.

Concretamente, la investigación de operaciones también tiene que ver con la administración práctica de la organización. En consecuencia, para ser satisfactoria también debe proporcionar conclusiones positivas y comprensibles a quienes deben tomar las decisiones, cuando se necesiten.

En resumen, la investigación de operaciones se interesa en la toma de decisiones óptimas en sistemas determinísticos y probabilistas que se originan en la vida real, y en la modelación de los mismos. Estas aplicaciones, que se presentan en el gobierno, los negocios, la ingeniería, la economía y las ciencias naturales y sociales, se caracterizan en gran parte por la necesidad de asignar recursos limitados. En estas situaciones enfatiza Prawda (1987a), puede obtenerse un conocimiento considerable de lo que se desea a partir de un análisis científico como el que proporciona la investigación de operaciones.

2.1.3 Elementos de la toma de decisiones.

Adquiere bases la noción de toma de decisiones como un concepto fundamental en las organizaciones, desde el momento en que existen directores o administradores con autoridad y responsabilidad para ejercitarla dentro de algún esquema de trabajo específico y se percatan que existen problemas que requieren un análisis o investigación más profundo para tomar la decisión adecuada. Así el problema a estudiar es de decisión, independientemente de que comprenda operaciones repetitivas en una determinada fase del problema.

Decidir, define Prawda (1987b), es un proceso "por el que una o más personas seleccionan una alternativa de entre un conjunto para, de acuerdo a ciertos criterios, alcanzar una serie de objetivos y metas preestablecidas, todo lo anterior, dentro del entorno de los posibles estados que pueda guardar la naturaleza" (p. 23).

El proceso de decisión puede realizarse haciendo uso de los principios de la metodología científica o la improvisación.

La metodología científica es la aplicación de una serie de pasos (que no requiere un orden, ni la observación de todos los pasos para todos los problemas). El conjunto de pasos incluye: (Prawda, 1987a).

- a.) Observar el sistema donde incide la decisión.
- b.) Reconocer la necesidad.
- c.) Identificar y formular el o los problemas, en la formulación explícita de una situación sobre la cual se requiere decidir y plantear las alternativas de solución.
- d.) Recolectar datos, serán los que utilice el modelo para reflejar las condiciones reales del problema.
- e.) Establecer hipótesis, que pueden ser aceptadas o refutadas mediante el uso de modelos diseñados para tal fin.
- f.) Construir el modelo, diseñar una réplica matemática o representación del problema.
- g.) Experimentar, es decir resolver el modelo, operar con los datos de entrada para generar resultados.
- h.) Verificar y validar el modelo.
- i.) Interpretar los resultados y las implicaciones, examinar ampliamente las soluciones del problema a partir de los resultados del modelo.
- j.) Tomar decisión, ponerla en práctica y controlar los requerimientos de cambios técnicos y del comportamiento de la solución.

Ahora bien, sería recomendable tratar algunas consideraciones sobre los modelos en investigación de operaciones.

2.1.4 Modelos en investigación de operaciones.

La investigación de operaciones hace gran uso de los modelos matemáticos. Por lo general, un modelo se define como una representación, o abstracción de un objeto real o de una situación real.

Un modelo matemático estipula explícitamente la estructura matemática que relaciona los datos de entrada (variables controlables y no controlables, restricciones y parámetros), con los datos de salida (valores del criterio según se haya expresado en la función objetivo).

Un modelo matemático nunca es idéntico al objeto en consideración, ya que no reproduce todas sus propiedades y particularidades. Basado en la simplificación e idealización, es su reflejo aproximado. Por eso los resultados obtenidos en base al análisis de un modelo siempre tienen un carácter de aproximación con respecto al objeto (Tijonov, 1983).

Ya que un modelo es una abstracción de la realidad, puede parecer menos complejo que la realidad misma. El modelo, para estar completo, debe ser representativo de los aspectos de la realidad que se esté investigando.

Una de las principales razones para desarrollar modelos es descubrir cuáles son las variables importantes o adecuadas. El descubrimiento de las variables adecuadas está estrechamente ligado con la investigación de las relaciones que existen entre las variables. Para investigar estas relaciones, se utilizan técnicas cuantitativas.

En un intento de categorizar las técnicas cuantitativas y de proporcionar un mapa de la gran variedad de procedimientos de solución para los modelos en investigación de operaciones, adoptando el concepto de estructura taxonómica de las ciencias biológicas. Los modelos se dividen en determinísticos (no probabilísticos) y estocásticos (probabilísticos). Hay otros modelos híbridos porque incluyen las dos categorías (Figura No. 1).

Los modelos determinísticos, como opuestos a los estocásticos, suponen que los valores de todas las variables no controladas y los parámetros se conocen con certeza y son fijos. La mayoría de los modelos determinísticos pueden caracterizarse como aquellos que optimizan (maximizan o minimizan) algunas funciones objetivo (expresadas en términos de variables y parámetros), generalmente sujetos a un conjunto de restricciones.

Sin embargo, como se sabe, el mundo real es probabilístico, de ahí que, los modelos de procesos estocásticos intenten caracterizar el comportamiento de ciertos procesos probabilísticos por sistemas de ecuaciones matemáticas. La atención generalmente se enfoca en la habilidad para predecir el comportamiento del sistema (incluyendo los criterios subyacentes) más que sobre la necesidad de optimizar alguna función objetivo. Por ejemplo, estos modelos han caracterizado ciertos fenómenos de colas o líneas de espera.

2.2 Teoría de Líneas de Espera.

La teoría de colas o de líneas de espera tuvo su origen en el trabajo de A. K. Erlang, iniciado en 1909 (Cooper, 1972). Erlang experimentó con un problema que trataba del congestionamiento del tráfico telefónico. Durante los periodos de sobrecarga, las personas que intentaban hacer llamadas tenían que sufrir cierto retraso porque las operadoras no podían manejar las llamadas con la rapidez con que los usuarios las hacían. El problema original que estudió Erlang fue el cálculo de este atraso para una operadora, y en 1917 los resultados se extendieron al caso de varias operadoras. El desarrollo de la teoría en el campo del tráfico telefónico continuó en gran parte siguiendo los lineamientos iniciados por Erlang, y las publicaciones principales fueron las de Molina en 1927 y las de Thomson, D. Fry en 1928 (citados en Cooper, 1972). No fue sino hasta finalizar la Segunda Guerra Mundial cuando se extendió este trabajo de iniciación a otros problemas más generales que involucraban colas o líneas de espera.

En los últimos años la teoría de colas probablemente se ha aplicado en su mayor parte a los sistemas de servicios comerciales e industriales, asimismo a los sistemas de servicio de transporte, y en la actualidad se está reconociendo cada vez más que la teoría de colas también es aplicable a los sistemas de servicio social (Lee, 1966, Newell, 1971). Diversos sistemas de servicios de salud también son sistemas de colas. Un ejemplo es la sala de emergencia de un hospital, donde los pacientes tienen que formar una cola para esperar ser atendidos por el médico y recibir el servicio; otros ejemplos pueden ser pacientes esperando el servicio de ambulancia, rayos "X", o camas de un hospital.

La línea de espera, en su concepto más simple, se forma por la llegada aleatoria de usuarios que entran a un establecimiento a recibir un servicio proporcionado por un servidor. La naturaleza de los usuarios, el establecimiento y los servicios varían con la organización de que se trate.

Si el tiempo que se utiliza para servir un usuario es mayor al que transcurre entre la llegada consecutiva de dos usuarios, se formarán líneas de espera. En cambio, si el servicio es más rápido que la llegada de usuarios, no se formarán colas o líneas de espera.

La teoría de colas comprende el estudio matemático de las colas, o líneas de espera. La formación de líneas de espera es un fenómeno común que se presenta siempre que la demanda actual de un servicio es mayor que la capacidad actual para proporcionar ese servicio.

Con frecuencia deben tomarse decisiones referentes al monto de la capacidad que debe proporcionarse; sin embargo, puesto que a menudo es imposible predecir con exactitud el número de usuarios que llegarán a buscar el servicio (demanda) y, o bien, cuánto tiempo se requerirá para proporcionar ese servicio, por tanto estas decisiones se tornan difíciles.

Suministrar demasiado servicio comprendería costos excesivos. Por otra parte, no proporcionar la capacidad de servicio suficiente provocaría que en ciertos instantes la línea de espera se hiciera excesivamente larga. En cierto sentido, la espera excesiva también es costosa, ya sea que se trate de un costo social, el costo de servidores ociosos, o bien, algún otro costo importante. Por lo tanto, la meta final es lograr un balance económico entre el costo del servicio y el costo asociado con la espera para ese servicio.

La teoría de colas por sí misma no resuelve directamente este problema; sin embargo, contribuye con la información vital requerida para tomar una decisión de este tipo, prediciendo diversas características de la línea de espera como lo es el tiempo promedio de espera.

Para ilustrar el amplio campo de aplicación que cubre la teoría de colas, así como para introducir algunas ideas importantes, se analizarán unos cuantos ejemplos aplicados al área de los servicios de salud.

Las circunstancias común a todos los sistemas que se va a considerar es un flujo de usuarios que requieren un servicio, habiendo cierta restricción en el servicio que se puede proporcionar. Por ejemplo, los usuarios pueden ser pacientes que llegan a una clínica para consultar a un médico. La restricción en el servicio es el hecho de que sólo puede atenderse a un paciente a la vez, de hecho este es un ejemplo de lo que se llama cola o línea de espera con una sola estación de servicio. Un ejemplo de colas con varias estaciones de servicio, son las colas que hacen los pacientes a quienes se les van a tomar muestras de sangre, habiendo "m" enfermeras tomando muestras simultáneamente, en este caso la restricción consiste en que no pueden atenderse más de "m" pacientes a la vez.

En los ejemplos citados hasta ahora, la restricción en el servicio consiste en que solamente un número limitado de usuarios pueden ser atendidos a la vez, y la congestión surge debido a que los usuarios no atendidos deben formar cola y esperar su turno para recibir el servicio.

En estos ejemplos, se presentará una congestión de vez en cuando si hay suficiente irregularidad en el sistema. Esto es, en el caso de una línea de espera con una estación, puede suceder que los pacientes lleguen en forma irregular, o bien, que haya una demora apreciable en el tiempo necesario de consulta para atender a un paciente, o ambas cosas. Entonces, de vez en cuando habrá, al mismo tiempo, más de un paciente en el punto de servicio; excepto uno de ellos, todos deberán formar una cola y esperar su turno para el servicio, y entonces se producirá una congestión. Este sencillo hecho ilustra un importante principio general, a saber, que la congestión que ocurre en un sistema depende esencialmente de las irregularidades en el mismo.

El objetivo práctico en la investigación de un sistema con congestión será por lo general el corregirlo modificándolo de alguna manera. Por ejemplo, la proporción de llegadas de usuarios puede ser tan alta que se formen colas grandes, con la consecuencia de que el tiempo de espera por usuario sea excesivo, o bien dicha frecuencia puede ser tan baja que las facilidades o medios de servicio estén sin usarse durante una gran parte de tiempo. En uno u otro caso una modificación del sistema podría ser conveniente.

Lo anterior enfatiza el siguiente punto, en todo sistema existen dos grandes clases de costos, el social referente al tiempo de espera de un servicio, y el asociado al consumo de recursos que requiere ese servicio. Además, estos costos tienen una correlación inversa, cuando uno aumenta el otro disminuye, y viceversa.

La pregunta que se presenta entonces es la siguiente:

¿Bajo qué condiciones se podría equilibrar el costo social del tiempo de espera con el costo asociado al consumo de los recursos (humanos, financieros y materiales) que de alguna manera causan esa espera? En otras palabras, ¿hasta qué punto conviene reducir el tiempo de espera de los usuarios y qué significa eso en cuanto al número de recursos que deberían operar en cada servicio?

La teoría de líneas de espera es un intento matemático que tiene entre sus objetivos el contestar dicha pregunta, explícitamente éstos son:

- a) Caracterizar cuantitativa y cualitativamente una cola. Y
- b) Determinar los niveles adecuados de ciertos parámetros del sistema que balancean el costo social de la espera con el costo asociado al consumo de recursos.

En suma, la teoría de las líneas de espera se ocupa de las llegadas de usuarios a una instalación de servicio de capacidad limitada. Siendo el objetivo de los modelos de líneas de espera, dar la pauta para determinar el número óptimo de recursos (de personal o de instalaciones) que se requieren para dar servicio a la demanda, tomando en cuenta el costo del servicio y el costo de espera o congestión.

Ahora bien, cuando un usuario llega a formarse en una cola, probablemente se pregunte: ¿cuánto tiempo tengo que esperar hasta que me proporcionen servicio (T)? ¿cuánto tiempo tengo que esperar hasta que salga del sistema (T_s)?, ¿cuánta gente está esperando en la cola (L)? ¿cuánta gente se encuentra en el sistema, esperando en la cola y recibiendo servicio (S)? De ahí que se requiera considerar algunas de las propiedades de un sistema de espera que puede ser de interés práctico y pueden calcularse matemáticamente. Existen tres propiedades de importancia, a saber:

- a) La media y la distribución de la longitud de tiempo que tiene que esperar un usuario para recibir el servicio.
- b) La media y la distribución del número de usuarios en el sistema en un instante cualquiera.
- c) La media y la distribución de la longitud de los periodos en los que la estación está ocupada.

Estas tres propiedades del sistema de espera están relacionadas de una manera general, en cuanto que los tres valores medios tienden a crecer a medida que el sistema está más congestionado, aunque en una aplicación práctica particular es posible que no se esté interesado en las tres cantidades a la vez ya que pueden haber razones para preferir el trabajar con una propiedad más que con la otra.

Finalmente se anexan las definiciones de algunas medidas que se requieren en un sistema de espera, en forma resumida en el Apéndice "A", se tiene la notación de Hillier y Lieberman (1985).

2.2.1 Estructura de los modelos de líneas de espera.

Una línea de espera está constituida por un usuario que requiere de un servicio, proporcionado por un servidor, en un determinado periodo. Los usuarios entran aleatoriamente al sistema y forman una o varias colas o líneas de espera para ser atendidos. Si el servidor está desocupado, de acuerdo a ciertas reglas preestablecidas, conocidas con el nombre de disciplina del servicio, se proporciona el servicio a los elementos de la cola. El usuario será atendido en el periodo determinado de tiempo, llamado tiempo de servicio. Al finalizar éste, el usuario abandona el sistema. Los usuarios que se forman en una cola lo hacen en un área de espera.

El proceso básico en la mayor parte de los modelos de colas se puede esquematizar como se muestra en la Figura No. 2. Usuarios que requieren el servicio se generan en el tiempo por medio de una fuerza de entrada. Estos usuarios entran al sistema de colas y se unen a una cola. En diversos momentos, se selecciona a uno de los usuarios formados para darle servicio, mediante la regla conocida como disciplina de cola o disciplina en el servicio. Entonces se proporciona al usuario el servicio requerido por medio del mecanismo del servicio, después de lo cual tal usuario sale del sistema.

Existen diversas maneras de describir una línea de espera, para lo cual deben especificarse los diferentes elementos del sistema: a) Fuente de Entrada, b) Tamaño de la Cola, c) Pautas de Llegadas, d) Mecanismos del Servicio, y e) Disciplina de la Cola.

De ahí que existan muchas hipótesis alternativas que pueden establecerse respecto a los diversos elementos del proceso de colas (Saaty, 1961), a continuación se analizan estas:

a) Fuente de Entrada. Una característica de la fuente de entrada o población potencial es su tamaño. El tamaño es el número total de usuarios que podrían requerir el servicio de cuando en cuando, es decir, el número total de usuarios potenciales distintos, entiéndase que es la fuente de entrada la que genera la población de usuarios. Esta fuente puede tener una producción finita o infinita (de modo que se dice que la fuente de entrada es limitada o ilimitada, respectivamente). Dado que los cálculos son bastante más fáciles para el caso infinito, a menudo se hace esta suposición aún cuando el tamaño real sea cierto número finito relativamente grande, y debe tomarse como la hipótesis implícita para cualquier modelo de colas en el que no se afirme lo contrario.

El caso finito es analíticamente más difícil en virtud de que el número de usuarios en el sistema de colas afecta al número de usuarios potenciales que se encuentran fuera del sistema en cualquier instante. Sin embargo, debe establecerse la hipótesis finita si la rapidez a la cual la fuente de entrada es afectada de manera significativa por el número de usuarios en el sistema de colas (Gross y Harris, 1974).

b) Tamaño de la Cola. Una cola se caracteriza por el número máximo admisible de usuarios que puede contener. Es decir, el tamaño de la cola es el número de usuarios que pueden esperar en la cola. Las colas son infinitas, de acuerdo con que este número sea infinito o finito. En la realidad sólo existen, las últimas, matemáticamente se facilitan los cálculos si se suponen las primeras. La suposición de una cola infinita es lo común para la mayor parte de los modelos de colas, incluso para situaciones en donde realmente existe una cota superior finita (relativamente grande) para el número admisible de usuarios, ya que tratar con una cota superior de este tipo sería un factor de complicación en el análisis. No obstante, para sistemas de colas en donde esta cota superior es tan pequeña que en realidad se alcanzaría con cierta frecuencia, se hace necesario suponer una cola finita.

c) Pauta de Llegadas. Esto se refiere tanto a la frecuencia media de llegada de los usuarios como al patrón estadístico de las llegadas. Esto es, debe especificarse el patrón estadístico mediante el cual se generan los usuarios en el transcurso del tiempo. El tiempo entre llegadas consecutivas se conoce como tiempo entre llegadas, y se define como el tiempo transcurrido entre la llegada de un usuario y el inmediatamente anterior. Este intervalo de tiempo puede ser una constante o una variable aleatoria independiente, cuya distribución de probabilidad se puede o no conocer. El enfoque de análisis matemático de las líneas de espera, está muy bien desarrollado para el caso constante y variable, cuando la distribución de llegadas es Poisson. La hipótesis común es que los usuarios se generan de acuerdo a un proceso de Poisson, es decir, el número de usuarios generados hasta cualquier instante específico tiene una distribución de Poisson; éste es el caso cuando las llegadas al sistema de colas ocurren aleatoriamente, pero con una cierta tasa promedio. Una hipótesis equivalente es que la distribución de probabilidad del tiempo entre llegadas consecutivas es una distribución exponencial.

Existen diversas pautas de llegadas, Cox y Smith (1964) hacen la siguiente referencia:

(i) Llegadas regulares. La pauta más simple desde el punto de vista físico, aunque no la más fácil de tratar matemáticamente ni la más común en las aplicaciones, es la "regular", en la que los usuarios llegan uno a uno en instantes igualmente espaciados, con "a", unidades de tiempo entre sí. La frecuencia de llegada es $\lambda = 1/a$, por unidad de tiempo. Un ejemplo práctico en el que las llegadas son muy aproximadamente regulares es el de un sistema de citas observado rigurosamente.

(ii) Llegadas completamente al azar. La pauta más sencilla de tratar matemáticamente, así como generalmente la más útil en las aplicaciones, es aquella en que las llegadas son "completamente al azar". Para definir formalmente una serie de llegadas completamente al azar, se entiende que las probabilidades de una llegada en un intervalo no se altera en absoluto por las llegadas en otros instantes. Algunas propiedades matemáticas más importantes de las series completamente al azar son: el número de llegadas en un tiempo fijo "to" sigue la distribución de Poisson; y los intervalos entre llegadas sucesivas están independientemente distribuidos según la distribución exponencial.

(iii) Llegadas independientes generalizadas. Este tipo de pauta de llegada es una generalización matemática de las dos anteriores. La condición de que los diferentes intervalos entre las llegadas de usuarios sucesivos sean estadísticamente independientes significa, por ejemplo, que si un intervalo entre dos llegadas es por casualidad particularmente largo o particularmente corto, la distribución del siguiente intervalo no se afecta. Un ejemplo es aquel en que los usuarios llegan a una cola inmediatamente después de haber sido atendidos en una cola precedente, en la que la estación de servicio nunca está desocupada. La pauta de llegada a la segunda cola tiene entonces la forma independiente, con función de distribución $A(x)$ igual a la función de distribución del tiempo de servicio en la primera cola.

(iv) Llegadas regulares con impuntualidad. Si se supone que los usuarios tienen citas para llegar en intervalos "a", igualmente espaciados, pero son impuntuales. Más precisamente, si se supone que el n-ésimo usuario, citado para llegar en el tiempo "na", de hecho llega en $na + E_n$, donde E_1, E_2, \dots son variables aleatorias independientes, cuya distribución caracteriza el monto y forma de la impuntualidad. Si las E_i tienen media cero, no existe una tendencia a llegar en promedio siempre tarde o siempre temprano a la cita. En general, si la dispersión de las E_i es pequeña comparada con "a", el efecto de la impuntualidad no tiene importancia. Si la dispersión de las E_i es grande relativamente a "a", la serie es equivalente a una serie completamente al azar.

(v) Llegadas en grupo. Hasta ahora se han considerado situaciones en las que los usuarios llegan separadamente. En ocasiones sucede que los usuarios llegan en grupos de diversos tamaños. Una disposición bastante general de este tipo puede describirse como sigue. Existe una serie de instantes de llegada distribuidos de alguna de las maneras ya consideradas. Existe también una distribución del tamaño de grupo, una distribución de probabilidad sobre los enteros no negativos, tal que los números de usuarios en cada uno de los instantes de llegada son variables aleatorias, independientes una de otra, que siguen dicha distribución.

(vi) Llegadas deterministas complejas. En los casos estudiados hasta el momento, cualquier irregularidad en las llegadas ha sido de carácter estadístico y se ha descrito matemáticamente en términos de variables aleatorias. Sin embargo, a veces la irregularidad es producida por una pauta compleja recurrente. A menudo pueden tratarse dichas pautas como si fueran completamente al azar, aunque no puede darse un juicio general al respecto.

(vii) Llegadas en tiempos discretos. A veces, y generalmente por conveniencia desde el punto de vista matemático, se representa una pauta irregular de llegadas mediante una serie en la que las llegadas sólo pueden ocurrir en un conjunto discreto de instantes de tiempo $0, h, 2h, \dots$. Por ejemplo, si se quisiera aproximar una serie completamente al azar de esta manera, tomando $p = \alpha h$ y teniendo una probabilidad "p" de que haya una llegada en un instante particular, independientemente para diferentes instantes.

(viii) Pautas de llegada no estacionarias. Todas las pautas de llegada descritas anteriormente son conocidas como estacionarias, esto es, en ellas la estructura probabilista del proceso no cambia con el tiempo. Sin embargo, a veces es interesante considerar llegadas no estacionarias. Por ejemplo, si los usuarios son pacientes con un tipo particular de enfermedad que necesitan de una cama de hospital, la pauta de llegadas es considerada completamente al azar en un número que depende de la época del año y posiblemente también del día de la semana. En ciertos problemas de "hora de aglomeración" se puede razonablemente aproximar la pauta de llegada tomando, una serie completamente al azar en la que la frecuencia de llegada comienza con α_0 , cambia repentinamente a α_1 y después de cierto tiempo vuelve a α_0 o a algún otro valor. Todas estas posibilidades quedan cubiertas tomándose una pauta estacionaria y dejando que varíen los parámetros de la misma, por ejemplo las frecuencias de llegada, ya sea suavemente o en forma discontinua.

(ix) Llegadas correlacionadas con otros aspectos del sistema. A veces la frecuencia de llegada de los usuarios está correlacionada con otras propiedades del sistema, usualmente con el número de usuarios que esperan servicio. Aquí existen muchas posibilidades. Por ejemplo, en la cola dentro de una sala de espera del servicio de consulta externa, los pacientes pueden ser alejados o atraídos por la presencia de mucha o poca gente en la sala. En ciertos problemas en las salas de urgencia de los hospitales, donde el espacio es reducido, la llegada de nuevos pacientes puede cortarse por completo cuando el número de pacientes esperando servicio llega a un valor crítico, haciéndose necesario canalizar los pacientes a otro hospital. También puede que un paciente abandone el sistema sin haber sido atendido cuando no se le da servicio con suficiente prontitud. En otras palabras, se tienen aquí una serie de llegadas completamente al azar en las que el parámetro varía de acuerdo con el estado del sistema. La mayoría de los demás ejemplos pueden tratarse de una manera similar. Un ejemplo, tomando una de las pautas básicas, por lo general la serie completamente al azar, y haciendo que los parámetros que intervienen sean funciones ya sea del número total de usuarios que esperan el servicio, o a veces del tiempo acumulado de este servicio. Esta última cantidad se define, para una cola de una sola estación de servicio, como la suma de los tiempos de servicio de los usuarios que esperan y el tiempo restante necesario para completar el servicio del usuario que está siendo atendido, en un instante dado. Si los usuarios reciben el servicio en el mismo orden de llegada, el tiempo acumulado de servicio es igual al tiempo total que deberá esperar cada nuevo usuario hasta ser atendido. Si los usuarios potenciales conocen el tiempo acumulado de servicio, es probable que éste sea lo que determine su decisión sobre si ingresar o no al sistema, más que el número de usuarios en el mismo.

El análisis anterior muestra que existe una gran variedad de pautas de llegada de los usuarios que pueden surgir en las aplicaciones, y desde luego existen muchas otras posibilidades desde el punto de vista matemático. De hecho, las pautas completamente al azar y regular son las más comúnmente usadas en el trabajo matemático aplicado y es sólo para éstas que pueden obtenerse soluciones matemáticas de alguna generalidad; otras pautas requieren investigación especial.

d) Mecanismo del Servicio. El mecanismo del servicio se refiere a la operación del servicio. Hay tres aspectos de ésta que requieren una descripción. Primeramente se tiene el tiempo que se toma en dar servicio a un usuario, es decir el tiempo que transcurre para un usuario, desde que se inicia el servicio hasta su compleción en uno de los medios de servicio, también se le conoce como duración del servicio este intervalo de tiempo puede ser una constante o una

variable aleatoria, dependiente o independiente, cuya distribución de probabilidad se puede o no conocer. Un modelo de un sistema particular de colas debe especificar la distribución de probabilidad de los tiempos de servicio para cada servidor, aún cuando es común suponer la misma distribución para todos los servidores. En los casos más complicados los usuarios pueden ser de diversos tipos, cada uno con su distribución de tiempo de servicio propia. Aunque en la gran mayoría de los casos, se supone que los tiempos de servicio para diferentes usuarios, son variables aleatorias independientes, todas con la misma distribución de probabilidad.

El enfoque matemático ha proporcionado resultados de las líneas de espera cuando el tiempo de servicio es constante (distribución degenerada), tiene una distribución exponencial negativa, o una distribución Erlang (Gamma). Se dice que el tiempo de servicio es dependiente, cuando varía -se alarga o se acorta- por factores de presión del sistema, por ejemplo, las quejas de la gente que espera; y es independiente cuando la duración del servicio no se afecta por este tipo de presiones.

El segundo aspecto del servicio es el de la capacidad del sistema. Esta se define como el número máximo de usuarios que pueden ser atendidos simultáneamente. Esto se refiere al número de servidores uno o más. Por ejemplo, en la cola con una estación de servicio, la capacidad será "m". Asimismo debe contemplarse la estructura de las estaciones de servicio. Estas pueden estar en serie, en paralelo o mixtas.

La tercera propiedad del servicio es su disponibilidad. Para describir esto debe establecerse cuándo están disponibles las facilidades del servicio, así como las restricciones que podrían reducir el número de usuarios que pueden atenderse simultáneamente por abajo de la capacidad total del sistema. Se llaman sistemas con disponibilidad completa, cuando en una cola simple de una sola estación o en una cola de "m" estaciones, las estaciones están siempre listas para atender usuarios. La mayoría del trabajo matemático publicado (Cooper, 1972), se refiere a sistemas con disponibilidad completa, pero en la práctica es frecuentemente posible que uno o más individuos que atienden dejen el punto de servicio de cuando en cuando. Para efectuar un análisis matemático de las consecuencias de esta disponibilidad incompleta se debe especificar, por lo general, en términos probabilistas, la frecuencia y duración de los periodos de ausencia.

Ahora se tratarán con mayor detalle los tres elementos del servicio.

(i) La distribución del tiempo de servicio. Algunos cálculos relacionados con los procesos de espera pueden efectuarse con una distribución general del tiempo de servicio, con sólo suponer que dicha distribución sea constante en el tiempo y que los tiempos de servicio para diferentes usuarios son estadísticamente independientes. Con frecuencia, especialmente en problemas muy complicados, es de utilidad el suponer que la distribución es de algún tipo particular; los siguientes son los más comúnmente usados:

* Tiempo de servicio constante. Puede suponerse que el tiempo de servicio sea constante. Esto es desde luego una idealización, pero suele proporcionar soluciones adecuadas, sobre todo si la pauta de llegada es muy irregular.

* Tiempo de servicio exponencial. Se puede obtener una gran simplificación matemática si es posible representar la función de densidad de probabilidad (f.d.p.) del tiempo de servicio mediante la curva exponencial. La distribución exponencial es una buena aproximación al caso en que hay un gran número de usuarios que requieren de un servicio bastante corto y un número menor de usuarios buscando un servicio más largo.

* Tiempo de servicio de tipo T, erlanguiana especial y erlanguiana general. Las dos distribuciones anteriores tienen coeficientes de variación de 0 y 100 por ciento, respectivamente. Es muy común en las aplicaciones encontrarse con una distribución de frecuencia unimodal con coeficiente de variación intermedio entre estos dos valores, y entonces resulta útil disponer de una fórmula matemática flexible que pueda usarse para aproximar distribuciones prácticas de este tipo.

Las distribuciones consideradas arriba, son las más comúnmente usadas para representar la distribución del tiempo de servicio cuando los correspondientes a diferentes usuarios pueden representarse como variables aleatorias independientes y con la misma distribución. Ahora se verán casos en los que esta condición de independencia no es válida.

* Tiempo de servicio no estacionario. La distribución del tiempo de servicio puede variar con el tiempo, debido, por ejemplo, a fatiga de la persona que da el servicio.

* Tiempo de servicio correlacionado con otros aspectos del sistema. Un caso es cuando la estación de servicio puede trabajar más aprisa o más despacio, afectada por la longitud de la cola esperando el servicio, o por el tiempo acumulado de servicio. Las variaciones de este tipo no deben confundirse con la variación aleatoria del tiempo de servicio.

* Usuarios de diversos tipos. Puede suceder que haya varios tipos de usuarios, y cada tipo tener su propia distribución de tiempo de servicio. Si la disciplina de cola no toma en cuenta las diferencias entre los tipos de usuarios, es posible ignorar las diferencias entre los usuarios y considerar que la distribución de los tiempos de servicio sea la distribución combinada que se obtenga al juntar las distribuciones particulares en las proporciones adecuadas. Sin embargo, en general será de importancia la distinción entre estas distribuciones.

(ii) Capacidad del Servicio. El siguiente aspecto a considerar es la capacidad, o sea el número máximo de usuarios que pueden ser atendidos simultáneamente. El caso más comunmente tratado en la literatura es aquél en que la capacidad es de "un servidor", tal como lo señala Shaler (1970). También se describen sistemas con capacidad "m", para un entero "m" en general, donde se dice que existen "m" estaciones de servicio trabajando en paralelo, esto último se refiere a la estructura de las estaciones de servicio: en paralelo, en serie, y mixtas. Si existe más de una estación de servicio y los usuarios reciben el servicio de una sucesión de éstas, se habla de un sistema en serie. Otro ejemplo referente a la capacidad del servicio, surge en el estudio de sistemas de citas en hospitales de Welch (1952) en donde el aspecto de interés no es el tiempo gastado en la cola al llegar al hospital, sino el número de días que pasan entre el momento de solicitar la cita y la fecha para la que se concede. En este caso la capacidad del sistema es el número de pacientes que pueden ser atendidos en una clínica.

(iii) Disponibilidad del servicio. La disponibilidad del servicio se refiere al hecho, de que ésta se ve afectada en virtud de que los servidores abandonan las estaciones de servicio por razones personales o de cualquier otra clase. En sistemas con capacidad uno se debe especificar la frecuencia y duración de las ausencias del encargado de la estación, ya que para fines matemáticos se hace necesario señalar la naturaleza estadística de la no disponibilidad del servicio en forma muy precisa antes de poder efectuar ningún cálculo; a veces esto causa dificultades en las aplicaciones, ya que por ejemplo, la distribución del tiempo de ausencia del encargado del servicio está determinada en gran medida por gusto personal y no puede representarse por un esquema matemático rígido. En sistemas con capacidad mayor de uno, se tiene en efecto, que especificar la distribución de la capacidad sobre el tiempo. En algunos casos, los servidores pueden estar o todos ausentes o todos presentes, y entonces se describirán los periodos de ausencia de manera similar a como se ha hecho en el problema de capacidad uno.

e) Disciplina de la Cola. El elemento final en la descripción de un sistema de líneas de espera, es la disciplina de la cola, que especifica cómo van a seleccionarse para el servicio los usuarios de entre el grupo de usuarios que hayan llegado a la cola. Así es que, la disciplina en la cola se refiere al orden o política en la que se seleccionan los mismos de la cola para que reciban el servicio. Por ejemplo, puede ser: "el que primero llega, recibe primero el servicio". Hay otras muchas disciplinas posibles: "asignación aleatoria de usuario"; "el último usuario en llegar, es el primero en ser atendido"; con ciertos procedimientos de prioridad o prelación: "prioridad al terminar", esto es, que el usuario con prioridad es el siguiente que se atenderá; "prioridad ilimitada", que el usuario con prioridad sustituye al que se le está dando servicio.

Un ejemplo de prioridad, es el caso de los servicios médicos de urgencia, que estudió Blaker (1972) en donde las características de los pacientes indican en qué orden se les proporciona el servicio. De tal suerte que los casos críticos, donde el tratamiento es vital para sobrevivir, son los primeros que se atienden; los serios, donde el tratamiento inmediato previene el deterioro de la salud, se atienden en segundo orden y los estables, donde el tratamiento se puede postergar por un corto periodo de tiempo sin poner en peligro la vida del paciente, en tercer orden.

Ahora bien, se abordarán algunas posibilidades de disciplina de la cola separadamente para sistemas de capacidad uno y para sistemas de capacidad múltiple.

(i) Sistemas de capacidad uno. Cuando ha terminado de darse servicio a un usuario, o cuando empieza la disponibilidad del servicio, debe seleccionarse un usuario para ser atendido. Esto puede hacerse sobre la base del orden de llegada de los usuarios, o bien sobre la base de cierta clasificación previa de los mismos. En el primer caso, el procedimiento más común es atender a los usuarios según van llegando. Otras posibilidades son escoger al azar un usuario con respecto al orden de llegada, o tomar el último usuario que haya llegado en vez del primero. En el segundo caso, cuando la regla de selección no depende sólo del orden de llegada, hay dos posibilidades importantes. La disciplina de la cola puede depender de una numeración previa de los usuarios por ejemplo cuando se tienen horas de cita por nombre. Esta numeración normalmente estará muy relacionada, aunque no sea necesariamente la misma, con el orden de llegada. La otra posibilidad es que los usuarios estén divididos en varios tipos, bien sea con diferentes distribuciones de tiempo de servicio, o tales que la pérdida en que se incurre al retardar una unidad de tiempo a un usuario sea diferente para diferentes tipos de usuarios;

entonces los usuarios se seleccionan dando prioridad a usuarios del tipo 1, y así sucesivamente, esto se conoce "prioridad al terminar". En casos extremos la estación puede interrumpir el servicio a un usuario de prioridad baja para atender a un usuario de prioridad alta; esto se llama "prioridad preponderante o ilimitada".

(ii) **Sistemas de capacidad múltiple.** Puede suceder que algunos servidores se especialicen en el servicio a usuarios de ciertos tipos; esto es ventajoso cuando la especialización permite reducir apreciablemente los tiempos de servicio. En estos casos se pueden tratar aisladamente cada tipo de servidor y usuario. Cuando cualquier usuario puede ser atendido igualmente bien por cualquier servidor, existen principalmente tres disciplinas de cola: los usuarios se asignan a los servidores en estricta rotación, o bien cada usuario decide al llegar en cuál cola se va a formar, o finalmente en la que todos los usuarios se formen en una sola cola, y un usuario se adelanta para el servicio tan pronto como un servidor queda libre. La primera es simple de tratar matemáticamente, pero ineficiente en la práctica y poco realista. El segundo y tercer sistemas son los que surgen más frecuentemente en las aplicaciones, pero son difíciles en cuanto a su tratamiento matemático. En el segundo sistema, puede permitirse el intercambio de una cola a otra si hay algún servidor con una cola muy larga mientras otro está desocupado. Esto hace que la segunda disciplina sea más o menos semejante a la tercera o si no se permite el intercambio, el segundo sistema es menos eficiente que el tercero, aunque en la práctica puede ser más conveniente.

Por último, no existe una clasificación general para los distintos modelos de espera. Sin embargo se acostumbra a distinguir entre modelos poissonianos y no poissonianos. Los primeros son aquellos en que las distribuciones de los intervalos entre llegadas y de las duraciones de los servicios son exponenciales. Si alguna de las distribuciones no es exponencial entonces el modelo es no poissoniano. En el Apéndice "B" se presentan algunos de los modelos más usuales de líneas de espera.

2.3 Aplicación de los Modelos de Líneas de Espera en los Servicios de Salud.

Una preocupación que tienen los tomadores de decisiones en la prestación de los servicios de salud, es la calidad de la atención médica que se proporciona a los pacientes, la cual se ha evaluado, empleando como medida la satisfacción expresada por los pacientes del servicio recibido (Cohen y colaboradores, 1986; Brook y colaboradores, 1987). Encontrándose que un punto de la insatisfacción contempla los excesivos tiempos de espera que deben aguardar los pacientes para recibir la atención médica (Thompson y colaboradores, 1982) siendo más crítico el problema en instituciones pediátricas debido a la naturaleza social y psicológica (Dutton colaboradores, 1985), si se considera que los pacientes que son niños, van acompañados por adultos, a quienes se ven afectadas sus actividades, y por ende el costo social y económico es alto cuando los tiempos de espera son excesivos.

De ahí la importancia de investigar los patrones de flujo de pacientes y hacer mediciones de los tiempos de espera de los pacientes que acuden a los servicios médicos. Es en esta área donde encuentran aplicación los modelos de líneas de espera dentro de los servicios de salud.

O'Malley y colaboradores (1983), Llerena y Alvarez (1984), Cupit (1985a, 1985b) y Tucker (1985) evaluaron y midieron los tiempos de espera de los pacientes que acudieron a consulta externa, para ello emplearon herramientas derivadas de la teoría de colas con el objeto de describir el comportamiento del flujo de pacientes y el congestionamiento de los diferentes servicios de atención médica.

Una aproximación del problema de líneas de espera, es la construcción de modelos que describan el patrón y uso del servicio y su congestión. Butterworth (1975) y Kropp (1977) utilizaron modelos matemáticos enmarcados en la teoría de líneas de espera, mediante simulación por computadora.

Asimismo, Lindsay y Rising (1977) emplearon un modelo de simulación de Monte-Carlo el cual replicó una variedad de características de los pacientes externos y del servicio médico, como una herramienta para mejorar el flujo de pacientes, determinando los tiempos de espera de los pacientes y la utilización de los servicios, y de esta manera lograr re-diseñar el servicio. Cabe mencionar que las herramientas matemáticas de simulación de modelos de líneas de espera que emplean Dhillon y Giglio (1977), Giglio y Lindsay (1977), Lindsay y Rising (1977) y Rising (1977) las exponen en programas diseñados por los autores en lenguaje de computación Fortran y están a disposición para su uso en cintas magnéticas.

Otro ejemplo de aplicación, es el expuesto por O'Keefe (1985) quien usó modelos de simulación para el servicio de consulta externa, encontrando que una manera para disminuir los tiempos de espera de los pacientes es mediante un sistema de programación de citas, aunque hace hincapié el autor en la implementación de cambio de políticas y para ello se requiere de obtener participación del personal.

Con el mismo propósito de reducir los tiempos de espera de los paciente, Birchall, Cox y Wong (1983) emplearon un programa de simulación por computadora para describir el comportamiento del flujo de pacientes del servicio de consulta externa en una clínica; estudiando para ello varios sistemas de citas; concluyendo que los tiempos de espera de los pacientes están relacionados de manera inversa con los tiempos ociosos o desocupados del personal médico de la clínica, lo cual tiene como consecuencia mayor costo.

Dentro de esta línea de investigación Vemuri (1984) hace un análisis por medio de simulación del costo de varias opciones para reducir el tiempo de espera de los pacientes ambulatorios.

A la pregunta de porque los pacientes no regresan a una clínica para recibir servicio subsecuente, Shan, Mac Bride y Lamb (1977) responden que el problema radica en la pérdida de tiempo que los pacientes consumen en espera de recibir la atención médica, para lo cual enfatizan que una manera de mejorar el servicio es la programación adecuada de citas.

Nemmers (1975) en su trabajo de tesis de maestría también propone como un medio para mejorar el servicio de consulta externa, la programación de citas, él también realiza simulaciones de diferentes modelos de líneas de espera, al igual que otros autores (Smith y Kurri, 1982).

Una evaluación de diferentes sistemas de programación de citas, es la que realizaron Rockart y Hofmann (1969), donde los programas consisten en citar a los pacientes en bloque, o individualmente, y que éstos tengan o no la asignación previa de un médico; los resultados mostraron mejores efectos cuando las citas fueron individuales y con asignación previa de un médico.

Callahan y Redmon (1987) observaron también los efectos al cambiar el sistema de programación de pacientes en una clínica pediátrica en el servicio de consulta externa. Inicialmente a los pacientes se les citaba por hora en base a un criterio de tiempo ya establecido que duraba la consulta. El cambio de programación de citas, consistió en que las citas se otorgaron en base al problema del paciente, igualando el tiempo de consulta de acuerdo a la patología.

Los resultados mostraron que gracias al cambio de programación de citas se redujo el número promedio de minutos que pasaron los pacientes en la clínica, asimismo que se incrementó la proporción de tiempo extra que el personal médico estaba disponible y produjo un consumo de respuesta positiva.

Finalmente como puede observarse, existen algunas alternativas que se proponen para mejorar el servicio, considerando los costos sociales y monetarios de los pacientes y de los servicios, éstas se revisarán más adelante en el capítulo de conclusiones y recomendaciones, ya que aquí se puso más bien énfasis en la aplicación de los modelos de líneas de espera en los servicios de salud como herramientas para la toma de decisiones (Ittg, 1985).

2.4 Simulacro y su Aplicación en Servicios de Salud.

Con el advenimiento de la computadora, una de las más importantes herramientas para analizar el diseño y operación de sistemas o procesos complejos es el simulacro o simulación.

Algunas de las definiciones más aceptadas y difundidas de la simulación, están dadas por Naylor y Kong Chu (1971), quienes la definen así: "Simulación es una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora digital. Estos experimentos comprenden ciertos tipos de relaciones matemáticas y lógicas, las cuales son necesarias para describir el comportamiento y la estructura de sistemas complejos del mundo real a través de largos periodos de tiempo" (p.16).

Otro estudioso del tema, Shannon (1975) define simulación como: "Simulación es el proceso de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema o proceso y conducir experimentos con este modelo con el propósito de entender el comportamiento del sistema o evaluar varias estrategias con las cuales se puede operar el sistema" (p.23).

La simulación es un instrumento analítico, poderoso y flexible que se puede usar para estudiar una amplia variedad de problemas. Como bien se sabe, la simulación recibió su principal ímpetu debido a los programas aeroespaciales, pero su aplicación se encuentra ahora en forma común en el mundo de los negocios y la economía (Mier, 1969), mercadotecnia (Arestutz, 1967), educación (Taylor, 1970), política (Shapiro, 1969), ciencias sociales (Guetzkow, 1962; Button y Starbogh, 1971), ciencias de la conducta (Hogatt y Baldestone, 1963; Siegal Wolf, 1969), relaciones internacionales (Guetzkow, 1963; Hermann, 1969), transporte (Kresgen y Roberts, 1971), así como también en los servicios de salud (Lindsay y Rising, 1977; Rising, 1977; Birchall, Cox y Wong, 1983; Vemuri, 1984).

El motivo de que exista una gran variedad de aplicaciones de simulación a diferentes áreas, es que puede hacer uso de modelos exactos o réplicas del sistema real, hasta modelos abstractos.

El simulacro siendo una técnica para resolver problemas se aplica a sistemas de modelos, siendo muy útil, ya que permite experimentar con un modelo del sistema en vez del sistema real que está funcionando, lo que pudiera ser costoso y arriesgado.

El alcance de cada modelo de simulación está determinado por los problemas que el modelo está diseñado para resolver; para considerar el alcance del modelo, se debe considerar las fronteras y el contenido del sistema.

Los sistemas son colecciones de procesos que interactúan entre sí y que están afectados por fuerzas externas. Una representación esquemática del sistema de Investigación de Servicios de Salud y los procesos que interactúan en él puede observarse en la Figura No. 3.

Dentro de este sistema, existen recursos, instituciones, servicios y población, que están constantemente interactuando en diferentes actividades. El objetivo del modelo de simulación es reproducir las actividades, en que las actividades del sistema se involucran y de ahí aprender algo sobre el comportamiento y funcionamiento del modelo. Esto se logra definiendo los estados del sistema y construyendo actividades que mueven al sistema. Se dice que un sistema está en un estado particular cuando todas sus entidades están en consonancia con el estado, y se dice que una entidad está en estado particular cuando sus atributos se han especificado por medio de valores numéricos (Ackoff y Sasieni, 1984).

3. PLANTEAMIENTO DE LOS PROBLEMAS.

3.1. Criterios para la Selección de Problemas de Investigación de Servicios de Salud.

Es evidente que el número de problemas descriptivos, explicativos y predictivos que se pueden abordar en el área de los servicios de salud es infinito, por consiguiente se requiere de definir algunos criterios que ayuden al investigador en la elección de problemas trascendentes, tanto desde la perspectiva de la génesis del conocimiento como desde un punto de vista de su utilidad pragmática en la solución de problemas, planeación y operación de los servicios de salud.

Existen en la investigación tendencias que afectan la selección de problemas significativos, tales como el propósito de aplicar métodos, técnicas e instrumentos extranjeros, sin considerar las condiciones específicas de la realidad nacional; por otro lado, se tiende al estudio de áreas que en cierto momento se convierten en moda de investigación, o bien se seleccionan problemas que dada su sencillez en la recolección de datos, se presentan como fáciles de llevar a cabo. Generalmente son estudios teóricos y sin relaciones claras con los problemas sociales de gran magnitud.

A fin de contender con esas tendencias el investigador debe considerar algunos criterios en la selección de los problemas que justifiquen la inversión de su intelecto, tiempo y dinero.

Los criterios de selección no son mutuamente excluyentes dado que, generalmente, es la interacción de todos ellos lo que permite la selección de un problema significativo.

Algunos de estos criterios son: (Gomezjara y Pérez, 1986).

- a) Magnitud.
- b) Trascendencia.
- c) Aceptabilidad Política.
- d) Factibilidad.
- e) Oportunidad.
- f) Vulnerabilidad.
- g) Costo Económico.
- h) Antecedentes de Otro Problema.
- i) Relevancia Científica.
- j) Validez y Confiabilidad.
- k) Experiencia en el Área.
- l) Fundamento Teórico.

Estos criterios tienen diversos pesos específicos relativos, conforme al resto de las variables políticas, económicas y sociales, se modifican en parte de la dinámica social; no obstante la relatividad y subjetividad de los criterios, es importante considerarlos para la selección de prioridades de Investigación de Servicios de Salud, a fin de evitar la duplicación, incoordinación e ineficacia en esta nascente rama de la investigación científica.

El camino hacia la definición del objeto de estudio de la Investigación de Servicios de Salud en México, apenas se inicia, por ende la difusión de las investigaciones relacionadas con el tema, así como de los criterios para la selección de problemas trascendentes, requiere de la discusión y análisis teóricos que permitan encausar eficientemente los esfuerzos de investigación, y en consecuencia solucionar los problemas de operación de los servicios (Sandoval, 1986).

Asimismo, deben considerarse también algunos aspectos relacionados con la ejecución de los problemas de investigación.

En primer lugar, ¿quién debe plantear los problemas por investigar? En algunos países los problemas los plantean los dirigentes que perciben esos problemas en el sistema de salud. Por otra parte, las autoridades superiores tal vez estén satisfechas con el statu quo, y los problemas críticos pueden ser formulados por investigadores académicos. En ambos casos deben haber buenas relaciones de trabajo entre tomadores de decisiones y los investigadores de servicios de salud.

Segundo, es importante alguna forma de infraestructura técnica para la investigación sobre servicios de salud. Generalmente se necesita personal preparado en técnicas de las ciencias sociales y quizás sea mejor tener equipos multidisciplinarios de médicos y científicos sociales. Esos recursos de personal pueden localizarse dentro del Sector Salud, Universidades o Institutos Autónomos de Investigación. Por supuesto, el apoyo financiero a la investigación de servicios de salud debe ser suficiente para que los resultados de la investigación sean confiables.

Y tercero, deben tomarse decisiones en relación con la aplicación de los resultados de la investigación de servicios de salud. Teóricamente, esto deben hacerlo los dirigentes o tomadores de decisiones, pero a veces los intereses creados pueden obstaculizar esa aplicación. En todo caso, la ética científica requiere que aparezcan las conclusiones de la investigación sobre servicios de salud en publicaciones profesionales. Por último, los investigadores deben estar en libertad de comentar sus observaciones en reuniones profesionales y científicas.

3.2 Planteamiento de los Problemas Objeto de Investigación.

El proceso salud-enfermedad ha sido conceptualizado de muy diferentes puntos de vista, lo que ha conformado las acciones que han tomado las sociedades para enfrentar este proceso a través de la historia. Actualmente las instituciones prestadoras de servicios de salud están adoptando técnicas para lograr la optimización de recursos, siendo la planeación y programación una alternativa para lograr la eficiencia de éstos. Un ejemplo es la aplicación de modelos de atención a pacientes ambulatorios en la consulta externa de hospitales, ya que en dicho servicio una de entre otras funciones es el canalizar a los pacientes a las diferentes especialidades o a otros niveles de atención cuando sea oportuno, teniendo como consecuencia el ahorro y esfuerzo que se invertiría si esta selección se hiciera en otro servicio de atención, siendo un filtro del acceso innecesario de casos a las camas, asimismo continuando con los tratamientos de los pacientes egresados del hospital sin necesidad de continuar en este servicio.

La planeación de la consulta externa debe ser organizada en base a criterios epidemiológicos, demográficos, de regionalización, geográficos, culturales, de estadísticas vitales y de recursos, procurando cubrir todos los sectores poblacionales.

Las consultas se han caracterizado de acuerdo al proceso morboso que la origina, así se habla de consulta de primera vez siendo la que solicita por un estado fisiopatológico nuevo. Y la consulta subsecuente entendiéndose ésta como las atenciones posteriores a una misma enfermedad.

El tiempo promedio por consulta de primera vez se estima en veinte minutos y las consultas subsecuentes se encuentran entre diez y quince minutos. Naturalmente estos tiempos varían de acuerdo al tipo de especialidad brindada.

Dos aspectos fundamentales del servicio de consulta externa que deben tomarse en cuenta son, la calidad de la atención y el tiempo de espera del paciente para recibir la consulta como parte de la primera. Sirve de poco que la calidad del profesional médico sea inmejorable, si el paciente antes de obtener la atención debe esperar demasiado tiempo.

Excesivos tiempos de espera, contribuyen a que los pacientes queden insatisfechos con el servicio recibido, provocando un detrimento en la calidad de la atención médica.

En un estudio realizado por Martínez y colaboradores (1986), evaluaron la calidad de la atención médica en el servicio de consulta externa y urgencias, a través de la satisfacción del usuario del servicio. Encontrando que el "tiempo de espera", para ambos servicios, fue el componente que tuvo el puntaje más bajo en la escala de satisfacción.

Dentro de los factores que alteran los tiempos de espera se menciona el tiempo de llegada de pacientes y de médicos, interrupciones durante la consulta, tiempo de consulta e intervalos interconsulta, los que deben ser considerados en el estudio de los tiempos de espera.

Los tiempos de espera de los pacientes para recibir atención médica se han considerado como un componente natural de los servicios asistenciales, sin embargo, los tiempos excesivos de espera conducen a una disminución en la calidad de éstos.

Una larga fila de pacientes en espera de los servicios médicos es el resultado de problemas organizacionales y administrativos de las instituciones prestadoras de estos servicios. Estos se refieren en cuanto al sistema de programación de citas de los pacientes y a la forma en que los recursos son asignados y distribuidos para satisfacer la demanda.

Dentro de las diferentes instituciones del Sector de Salud su política administrativa determina distintas formas de resolver las necesidades de la población que acude a sus servicios, entre las cuales se pueden mencionar, la manera como se programan las citas, la asignación y distribución del personal necesario en atención de los servicios, la que presta, el medio ambiente físico de la sala de espera, y la educación a la población (Reynoso y cols., 1985).

Referente a la programación de citas y tiempo de espera Rockart y Hofmann (1969) evaluaron dos sistemas de citas: en bloque, donde todos los pacientes son citados a una misma hora, y el individual, en el cual los pacientes son citados en forma espaciada en el tiempo de consulta. Existe una variante de estos tipos de sistemas, en donde la asignación previa de un médico específico ha dado como resultado el decremento en los tiempos de espera.

Por lo tanto a través de una apropiada programación y un cuidadoso manejo de la demanda y de la capacidad del servicio, podrán alcanzarse tiempos de espera que sean aceptables, para los pacientes; se mejorará la calidad del servicio y se reducirán los costos al servicio y al usuario.

Un aspecto de relativa importancia y trascendencia para los tomadores de decisiones, es que el servicio de consulta externa tiene grandes dificultades en el terreno administrativo, ya que en demanda de atención acuden a él gran número de personas, agravándose esto al ser citadas todas a un sólo tiempo. Teniendo repercusiones a nivel administrativo, social y psicológico, recayendo en el plano administrativo el problema de la programación de citas y distribución del personal, afectando a la institución en la satisfacción de la demanda y al mismo tiempo creando un problema de índole social, y en el plano psicológico alterando el estado disposicional a nivel emocional del paciente antes de entrar a la consulta.

Como consecuencia de lo anterior, se plantea un problema existente en el Instituto Nacional de Pediatría, en la prestación del servicio de consulta externa de los pacientes de primera vez, el cual consiste en los tiempos excesivos que los pacientes esperan para ser atendidos, cuya naturaleza puede ser debido a problemas administrativos de distribución de personal de salud y programación de citas, teniendo repercusiones en la insatisfacción del paciente con el servicio por el tiempo de espera, el espacio físico de la sala de espera, o la información, orientación y educación de los pacientes.

El estudio de esta investigación surge del planteamiento si es posible una mejor forma de operación del servicio de consulta externa, en donde se contemplen los diferentes aspectos del servicio, éstos incluyen, los costos generados por los recursos humanos del personal de salud, tomando en cuenta que incrementar el número de servidores de salud genera gastos para la institución iguales al costo de tener a los servidores durante su tiempo de trabajo inactivos. De ahí que se esté interesado en buscar el número óptimo de trabajadores de salud lo que equivale a decir que se proporcione el servicio de manera eficiente sin consecuencias en el nivel de calidad de la atención médica prestada.

Otro aspecto del servicio es el costo social reflejado en el excesivo tiempo de espera de los pacientes, tiempo perdido por los pacientes, que generalmente no se toma en cuenta, dicho costo social lo absorbe el paciente y asimismo la sociedad, difícil aunque posible de medir este valor del usuario quien pierde un costo de oportunidad por estar en un momento dado en la cola en lugar de aprovechar ese tiempo en otra situación, llámese laborando en su lugar de trabajo (empresa, oficina, hogar, etc.), estudiando, etc.

Es importante en este aspecto hacer notar, que debido a las características de los pacientes que acuden a los servicios de la consulta externa del Instituto Nacional de Pediatría, por ser menores, éstos van acompañados por adultos, generalmente sanos, a quienes les ocasiona una pérdida económica y social, al acudir con sus pacientes, porque esto les merma la oportunidad para desempeñar sus actividades cotidianas, agravándose aún más, cuando el tiempo invertido es mayor debido a tiempos excesivos en la espera para que atiendan a sus pacientes y reciban el servicio.

Estas situaciones, elevación de costos monetarios derivados por servidores inactivos, o elevación del costo social para los pacientes y sus acompañantes por un deficiente servicio, son indeseables de ahí que la presente investigación busque dar solución a estos problemas planteados.

Finalmente, se ha reconocido, que los tiempos de espera de los pacientes es un elemento en los servicios de atención médica, los cuales requieren sean revisados y mejorados como parte de un monitoreo de evaluación de la calidad de la atención médica.

Los tiempos de espera pueden ser estudiados por medio de los modelos matemáticos para reducir los tiempos y optimizar los recursos. Las líneas de espera generadas por medio de simulación son útiles para señalar los tiempos que transcurren en cada estación de servicio, así como los tiempos de espera en la cola y en el sistema; además del número de servidores óptimo; con lo que pueden construirse diferentes modelos alternativos, en los que se contemplan las variables y aspectos del sistema; la toma de decisión sobre el o los modelos queda restringida para los directivos de la institución al igual que la implementación de los modelos sugeridos.

Esta investigación se delimita en el estudio de:

- a) Descripción de la forma en que opera actualmente el servicio de consulta externa.
- b) Determinación de soluciones alternas posibles, mediante modelos de simulación de líneas de espera; y
- c) Establecer recomendaciones que permitan implementar las nuevas soluciones.

Para ello, la investigación se dividió en 3 etapas:

La primera etapa consistió en seleccionar los parámetros que describieron la operación del sistema del servicio de consulta externa, para lo cual se recolectaron los datos necesarios para calcular esos parámetros que sirven para describir el sistema actual. Se realizaron diagramas de flujo de la operación del sistema, y de tiempos y movimientos del servicio de consulta externa.

La segunda etapa consistió en seleccionar varios modelos matemáticos de líneas de espera que describieran el funcionamiento del sistema, determinando los valores óptimos en cuanto al número de servidores y tiempos de espera y estancia en el sistema de los pacientes, y duración de las consultas; justificando los modelos propuestos.

La última etapa, se refirió al establecimiento de las condiciones necesarias que deben cumplirse para que funcionen adecuadamente las soluciones, para ello se enumeran recomendaciones ha tomarse en consideración en la implementación de la toma de decisiones.

4. JUSTIFICACION.

4.1 Aplicación de la Investigación de Servicios de Salud.

La investigación de servicios de salud se debe desarrollar predominantemente en el área de la ciencia aplicada o tecnológica permitiendo generar, recoger y analizar el conocimiento a través del estudio objetivo y sistemático de la estructura de los servicios, la forma como éstos operan, así como de la forma cómo influyen sobre las necesidades y expectativas de salud de la población.

Este conocimiento debe contribuir a resolver problemas reales en la prestación de los servicios, disminuyendo el desperdicio de recursos y colaborando en la transformación de las políticas en actividades concretas dentro de la realidad de los servicios de salud.

A fin de identificar las líneas de investigación destinadas a reorientar los sistemas nacionales de salud, en Ginebra, 1982, se reunió Un Grupo de Estudio de la Organización Mundial de la Salud (O.M.S., 1982), de donde se desprendieron algunas conclusiones: De manera característica, las investigaciones sobre servicios de salud comprenden el estudio de poblaciones bajo diversas series de circunstancias. En este sentido, la palabra "poblaciones" puede aplicarse a personas que reciben servicios de salud, o a personas o instituciones que los proporcionan. Normalmente, la población estará organizada de alguna manera; el nivel de organización puede ser el de un establecimiento sanitario (hospital, centro de salud, laboratorio, etc.), un programa de sanidad (concentración de recursos para combatir la tuberculosis, fomentar la salud de la infancia, o prestar atención primaria de salud), o un sistema general de salud (que abarque una comunidad, un distrito, una región o todo un país) (Flook y Sanazaro, 1973).

Como investigaciones sobre servicios de salud se relacionan con problemas en un contexto social, en ambientes donde diversos tipos de conducta humana pueden tener consecuencias decisivas, resultan tareas sumamente complejas y el investigador debe tener en cuenta múltiples variables que a menudo es difícil determinar y controlar. También debe tener sumo cuidado en cerciorarse de que el proceso mismo de la investigación no altera artificialmente el fenómeno que se investiga.

De diversas deliberaciones en el seno del Comité Asesor de la Organización Panamericana de Salud sobre Investigaciones Médicas (O.P.S., 1984) se desprende que las investigaciones sobre servicios de salud tienen varios rasgos típicos.

- Debent:
- a) Tratar de mejorar la prestación de servicios de salud.
 - b) Ser multidisciplinarias y recurrir especialmente a las ciencias sociales.
 - c) Contribuir a fomentar la aplicación del conocimiento biomédico.
 - d) Emplear métodos comparativos de investigación
 - e) Proporcionar bases para planificar y formular políticas en materia de salud.

La orientación de las investigaciones sobre servicios de salud hacia las poblaciones corresponde, de muchas maneras, a la propia de la epidemiología. Pero mientras ésta se refiere al estudio de las enfermedades en las poblaciones con el objeto de identificar relaciones entre variables a fin de precisar la etiología, la primera concierne al estudio de los servicios de salud en las poblaciones; y trata de determinar los mejores métodos de organizar un sistema de salud para alcanzar ciertos objetivos.

De ahí la importancia de determinar las líneas de investigación sobre servicios de salud; es así que a partir de la Reunión del Grupo de Estudio de la O.M.S. en 1982, surgen nueve temas que se consideraron de importancia, a saber:

1. Relaciones entre los sistemas de salud y la sociedad en su totalidad.
2. Evaluación de las necesidades sanitarias de una población.
3. Estudio de la producción y distribución de recursos sanitarios.
4. Estudio de la estructura orgánica de los sistemas de salud.
5. Estudio sobre la prestación de servicios de salud.
6. Estudio sobre la gestión de los sistemas de salud.
7. Análisis de la base económica de los sistemas de salud.
8. Determinación de los resultados de programas sanitarios.
9. Participación de la comunidad.

Esas nueve categorías de objetos de investigación sobre sistemas de salud, se enumeran aquí principalmente con el objeto de encontrar una ubicación de la investigación que se plantea en el trabajo de tesis, y descubrir de donde emerge el problema de investigación que se plantea en la tesis. Por lo que se puede delucidar que dentro de cualquiera de los nueve temas se pueden plantear problemas concretos que ofrecen un incentivo para investigar sobre sistemas de salud, advirtiendo que la solución de cualquiera de esos problemas puede requerir la investigación en uno o más de los demás temas.

De ahí que el planteamiento de la investigación se centre en el estudio sobre la ejecución, eficiencia, costos y utilización del servicio de consulta externa de una unidad de tercer nivel de atención médica, haciendo un análisis de las prácticas laborales para medir la eficiencia del personal sanitario a través de un estudio de tiempos y movimientos y de líneas de espera, con el objeto de proponer un modelo alternativo de prestación de servicios de salud. Y de una manera indirecta, contribuyendo en la gestión de los servicios de salud, además de considerar la participación de la comunidad. En la Tabla No. 1 se distingue la bifurcación que tienen las líneas de investigación, hasta llegar al tema de investigación que es motivo del trabajo de tesis.

Finalmente, tomando como base las líneas de investigación propuestas por la O.M.S., se hacen algunas recomendaciones generales en torno a la utilidad de la investigación sobre servicios de salud y las formas en que debe llevarse a cabo.

En cuanto a la utilidad de la investigación de servicios de salud se debe considerar:

1. La investigación sobre servicios de salud es útil en cuanto proporciona una base sólida a la planificación sanitaria en todos los niveles.

2. Con el propósito de fortalecer la capacidad a largo plazo de los países para reorientar sus sistemas nacionales de salud de manera que pueda alcanzarse el objetivo de la salud para todos, la investigación de servicios de salud puede ser sumamente útil para formular políticas y estrategias adecuadas.

3. A corto plazo, la investigación de servicios de salud puede ayudar a resolver problemas concretos de los servicios de salud.

Y en tanto a la ejecución de las investigaciones de servicios de salud, debe contemplarse que:

1. Tanto los dirigentes como los investigadores deben plantear problemas para la investigación sobre servicios de salud de preferencia colaborando unos con otros.

2. Para realizar eficazmente estas investigaciones es necesario contar con personal preparado, fondos suficientes y libertad de investigación.

3. Los métodos de investigación sobre servicios de salud pueden ser descriptivos, analíticos, evaluativos o comparativos; la elección de métodos debe variar con la naturaleza del problema que se investiga, los recursos disponibles y la urgencia de proporcionar respuestas seguras. Y

4. Los resultados de la investigación de servicios de salud deben presentarse, con miras a su aplicación, a dirigentes, tomadores de decisiones y colegas profesionales, así como al público en general, si se considera apropiado.

En conclusión, la investigación sobre la estructura y funciones de servicios de salud puede ser muy útil y aplicarse, para que los países formulen estrategias con objeto de alcanzar la salud para todos.

Por último, la investigación de servicios de salud se concentra no en individuos sino en poblaciones que proporcionan o reciben servicios de salud, por lo común organizados de alguna manera. Por lo general se dirige hacia la solución de problemas de organización, gestión, financiamiento o prestación de servicios de salud, con el fin de mejorar su eficiencia y eficacia.

4.2 Importancia de la Investigación.

La espera de atención médica se le considera actualmente como un componente natural de los servicios asistenciales, sin embargo tiempos excesivos en espera de recibir la atención ocasionan que la calidad del servicio se vea deteriorada.

La espera ha sido reconocida como un factor adverso a la salud en padecimientos de evolución aguda, por ello la existencia de los servicios de urgencias. Aunque es notorio encontrar que debido al crecimiento de la demanda, aún también en el servicio de urgencias, el tiempo de espera es prolongado, al igual que en el servicio de consulta externa.

Es común encontrar, en las instituciones que se encargan del cuidado de la salud, largas filas de pacientes en espera de recibir la atención médica, cabe cuestionarse, si se han percatado los administradores de servicios de salud de los problemas inherentes al tiempo excesivo que deben esperar los usuarios de los servicios. Parece ser que tales problemas persisten debido a que el personal que tiene responsabilidad en el asunto en cuestión, responde sobre la operación del sistema de los servicios de consulta externa: a) "este es el mecanismo con el cual se ha estado trabajando", parece difícil implementar un cambio en el sistema; b) "los pacientes 'prefieren' este sistema"; y c) "el sistema es el más eficiente" (en un sistema de citas de pacientes en bloque), "porque los médicos no tienen que esperar a los pacientes".

Aunque pareciera que esas respuestas son válidas, sobre todo en situaciones donde existen escasos recursos tanto de personal, económicos, como tecnológicos, situación crónica en las instituciones del Sector Salud en México. Cabe hacer notar que el propósito de esta investigación de servicios de salud es la búsqueda de alternativas para desarrollar investigaciones sobre la espera de los pacientes con el fin último de hacerlas factibles con escasos recursos.

Por otro lado es importante reconocer que la espera prolongada que sufren los pacientes para recibir la atención médica, tiene componentes nocivos en las esferas psicológicas, económicas y sociales.

Una espera alargada acarrea problemas emocionales tensionales para los pacientes antes de recibir la consulta, alterando el factor disposicional y la cooperación del paciente para explicar su padecimiento al médico.

Al tener esperas largas, es lógico que el número de pacientes se ve acumulado, ocasionando filas o colas de líneas de espera, esto agrava la situación psicológica de los médicos, en tanto que la atención médica prestada se ve alterada por el largo de la cola de pacientes esperando ser servidos, es decir, sus consultas son más rápidas, este comportamiento en los médicos es conocido como la Ley de Parkinson (Rockart y Hofmann, 1969).

El factor social que se ve afectado como consecuencia de tiempos excesivos en las salas de espera de las instituciones de salud, es el tiempo perdido de los pacientes, que tradicionalmente en algunas instituciones es ocupado en actividades que van dirigidas a los pacientes y a sus acompañantes, para educación a la salud; sin embargo, se requiere de planeación de las mismas, en cuanto a objetivos, contenidos, duración, tipo de población, así como considerar los espacios físicos. En este sentido, el problema es grave cuando se observan que las salas de esperas son reducidas de acuerdo al número de pacientes y sus acompañantes, por lo que se encuentra un hacinamiento de personas, producido por la falta de espacio, poca ventilación, higiene, iluminación, entre otros problemas.

En cuanto a los costos monetarios y sociales que se ven afectados por los tiempos de espera de los pacientes, es evidente que el costo de oportunidad de los pacientes para estar realizando otras actividades productivas se ve disminuido por el tiempo perdido en espera de recibir atención médica; asimismo el costo de operación de las consultas que ofrecen las instituciones de salud puede verse también afectado, cuando se tiene personal de salud "desocupado" debido a una mala distribución de funciones y tiempos y movimientos.

Por último, la trascendencia del estudio de investigación, radica en el uso que se le den a los resultados, para ello en el capítulo de conclusiones y recomendaciones, se enumeran diferentes alternativas plausibles de llevarse a cabo en las instituciones del Sector Salud. La implantación de cambios es una tarea en la que se intenta involucrar al personal, motivarlo al cambio, inducir la toma de conciencia de los problemas y sus soluciones, hacerlo participar en cambios paulatinos, esto es tarea de todos, pero lo más importante es que se tomen las decisiones por los directores. Si se inicia un cambio de actitudes esta investigación tendrá éxito.

5. OBJETIVOS.

5.1 Objetivo General.

Proponer alternativas a los tomadores de decisiones para reducir los tiempos de espera de los pacientes al recibir la atención médica, mejorando la utilización del servicio y la satisfacción del usuario, reduciendo los costos sociales; optimizando la calidad del servicio, al manejar eficientemente los recursos; asimismo mejorando el costo de operación del servicio de consulta externa de pediatría del Instituto Nacional de Pediatría, al reducir los costos institucionales y sociales.

5.2 Objetivos Especificos.

- a) Describir el patrón de comportamiento del flujo de pacientes del sistema actual del servicio de consulta externa de pediatría del INP.
- b) Seleccionar los parámetros que describan la operación del sistema actual del servicio de consulta externa de pediatría del INP.
- c) Determinar las distribuciones de probabilidad de los tiempos de llegada y de los tiempos de servicio, del actual servicio de consulta externa de pediatría del INP.
- d) Diseñar modelos matemáticos de líneas de espera que describan el sistema propuesto para el servicio de consulta externa de pediatría del INP.
- e) Hacer simulaciones por computadora con los parámetros de los modelos de líneas de espera.
- f) Evaluar los modelos de líneas de espera, resultantes de las simulaciones.
- g) Proponer recomendaciones a los tomadores de decisiones para mejorar la operación del servicio de consulta externa de pediatría del INP.

6. HIPOTESIS.

6.1 Hipótesis General.

El modelo de línea de espera que se ajusta a la distribución de los tiempos de espera de los pacientes de primera vez que acuden al servicio de preconsulta de la Consulta Externa de Pediatría, sigue un modelo M/M/S tomando la notación de Kendall, con llegadas poissonianas y servicios exponenciales, y S estaciones de servicio.

6.2 Supuestos de Trabajo.

En la descripción del modelo de líneas de espera, se especifican los diversos elementos del sistema, para lo cual deben establecerse los siguientes supuestos respecto a los elementos del proceso:

a) Fuente de Entrada.

El número total de pacientes potenciales es infinito.

b) Tamaño de la cola.

El número máximo admisible de pacientes que puede contener la cola es infinito.

c) Pauta de Llegadas.

La frecuencia media de llegadas de los pacientes es una variable aleatoria independiente; así como el patrón estadístico de las llegadas de los pacientes se generan de acuerdo a un proceso "Poisson", es decir, el número de pacientes generados hasta cualquier instante específico tiene una distribución de Poisson, éste es el caso cuando las llegadas al sistema de colas ocurren aleatoriamente con una cierta tasa promedio.

d) Mecanismo del Servicio.

Existen tres aspectos:

- (i) La distribución del tiempo de servicio. La distribución de probabilidad de los tiempos de servicio para cada servidor, es exponencial, donde el tiempo de servicio es una variable aleatoria independiente.
- (ii) Capacidad del servicio. El número máximo de pacientes que pueden ser atendidos simultáneamente es "m", donde existen "m" estaciones de servicio trabajando en paralelo; se dice que el sistema es de capacidad múltiple.
- (iii) Disponibilidad del servicio. El sistema posee disponibilidad completa, debido a que las estaciones de servicio están siempre listas para atender a los pacientes.

e) Disciplina de la Cola.

Se refiere al orden en el que se seleccionan los miembros de la cola para que reciban el servicio "el que primero llega recibe primero el servicio". Debido a que el sistema es de capacidad múltiple, y cualquier paciente puede ser atendido igualmente bien por cualquier servidor, entonces la disciplina de la cola es: los pacientes se asignan a los servidores en estricta rotación.

7. METODOLOGIA.

7.1 Diseño de la Investigación.

Debe reconocerse que en la investigación se contemplaron dos estrategias metodológicas, basadas en un diseño pre-experimental, observación controlada; y en un diseño ex-ante-facto, simulación.

Para el caso de la observación controlada, ésta permitió la introducción de controles y de objetivos de investigación en la misma recolección de datos; para ello se requirió del uso de una cédula de registro, lo cual garantizó la cuantificación estandarizada de los datos recogidos en forma de escalas de observación para registrar el comportamiento de las variables de interés, previamente definidas operacionalmente.

Con la observación, se obtuvieron datos históricos que proporcionaron los conocimientos sobre los patrones de comportamiento de las variables, y mediante el diseño ex-ante-facto se probaron por simulaciones sus relaciones.

Al hacer uso de la simulación como técnica para efectuar experimentos, se realizan sobre el modelo del sistema, en lugar de hacerlos sobre el propio sistema real, el diseño de investigación que se empleó es un ex-ante-facto, debido a que la simulación de experimentos es una manera anticipada de obtener posibles resultados.

En la actualidad es factible efectuar experimentos controlados acerca de situaciones del mundo real, gracias a las computadoras que hacen el trabajo requerido por los modelos matemáticos que representan al sistema bajo estudio. Por lo que pueden analizarse circunstancias ex-ante facto que rara vez se encuentran a la mano, e investigarse ex-ante-facto cambios desafiantes que podrían parecer demasiado riesgosos para probarlos en organizaciones verdaderas.

De hecho la simulación de un sistema estocástico puede ser vista como un experimento estadístico, donde primero se construye el modelo del sistema, el cual captura la esencia del problema y describe su estructura fundamental. En seguida, con la ayuda de una computadora se realizan experimentos y se analizan los resultados de la simulación con el propósito de hacer inferencias sobre el comportamiento del sistema. Por consiguiente, afirma Coss Bu (1982) "los experimentos de simulación son experimentos estadísticos, y como tales, están basados en procedimientos estadísticos profundos" (p.110).

Por último, cabe mencionar que existen algunas ventajas que se tomaron en cuenta, al emplear un diseño de investigación ex-ante-facto y realizar experimentos de simulación por computadora, a diferencia de otros diseños de investigación en donde se llevan a cabo experimentos físicos:

- a) Facilidad para reproducir una condición experimental dada.
- b) Facilidad para detenerse y resumir, y reflexionar lo realizado; debido al sinergismo hombre-máquina.
- c) Control en la variación. En los experimentos físicos estocásticos la variabilidad se encuentra más allá del control del experimentador, y por computadora es construida en forma deliberada.

7.2 Definición del Universo de Estudio.

El lugar de estudio, gracias a la participación, colaboración e interés del personal fue el servicio de consulta externa del Instituto Nacional de Pediatría, en la Ciudad de México; el cual se llevó a cabo durante los meses de Julio a Septiembre de 1986.

El número de consultas otorgadas por el servicio de Consulta Externa de Pediatría del Instituto Nacional de Pediatría, para valoración de pre-consulta, de primera vez y subsecuentes, es en promedio por día 68 y 32 consultas respectivamente, tomando este dato de las estadísticas de 1971-1984 del número de consultas promedio diario. Sobre un promedio de 250 días, ofreciéndose un total de 17,000 consultas de primera vez y 8,000 consultas subsecuentes en promedio al año.

Se consideró para el análisis ulterior dos fuentes de datos, pacientes de primera vez y pacientes subsecuentes.

De ahí que el universo de estudio, es el número de pacientes de primera vez y subsecuentes que acuden a la Pre-Consulta del servicio de Consulta Externa de Pediatría del Instituto Nacional de Pediatría, siendo éste en promedio de 100 pacientes al día, 68 de primera vez y 32 subsecuentes.

7.2.1 Diseño de la Muestra.

El diseño del muestreo fue intencional no probabilístico, tomando en cuenta que el número de pacientes que acuden al día, durante el año es regular y las variaciones estacionales que se presentan no afectan a las conclusiones, ya que el objetivo es sólo describir el comportamiento de pautas de llegada de los pacientes y el patrón de servicio de los servidores, y así obtener la distribución de llegadas de los pacientes a cada servicio y la distribución de la duración de los diferentes servicios. Cabe señalar, que el diseño de la muestra no puso acento sobre el muestreo, debido a que el objetivo de la investigación estuvo dirigido más bien hacia una descripción completa de las variables más que por su representatividad respecto de un universo mayor.

El tamaño de la muestra estuvo dado por el número de pacientes de primera vez y subsecuentes a quienes se les hizo el seguimiento durante su estancia por un día en el Instituto, para obtener los datos de las variables de interés. El tamaño muestral fue de 362 pacientes; de los cuales, 206 pacientes fueron de primera vez y 156 pacientes subsecuentes (Tabla No. 2).

7.3 Operacionalización de Variables.

En el sistema de líneas de espera se requirió de la definición y medición de las siguientes variables, con el objeto de construir los modelos de líneas de espera (Tabla No. 3).

Pacientes.

Se definieron dos diferentes tipos de pacientes: a) pacientes de primera vez, y b) pacientes subsecuentes. Esta caracterización de pacientes es de acuerdo a la consulta de primera vez o subsecuente que reciben los pacientes en el instituto entendiéndose consulta de primera vez, siendo la que solicita el paciente por un estado fisiopatológico nuevo y acude al instituto sin antes haber asistido al mismo por un período mayor de un año, y por ende no contar con carnet foliado o con expediente proporcionado por el Instituto. Asimismo una consulta subsecuente se define como aquella que se recibe, ya existiendo consultas anteriores, aunque fuesen de diferentes patologías, ya que los pacientes subsecuentes si cuentan con un carnet de citas, en donde toda consulta subsecuente es anotada en cita con una fecha posterior.

Servicios.

Existen diferentes servicios que se ofrecen dentro de la Consulta Externa de Pediatría:

a) Servicio de Preconsulta; ésta consiste en hacer una valoración de la patología del paciente de primera vez, con el objeto, en primer lugar reconocer si requiere de un tercer nivel de atención médica, propio del Instituto, caso contrario se canaliza al paciente a una institución del primero o segundo nivel de atención o del tercer nivel que lo necesite; asimismo, en el servicio de preconsulta se ubica al paciente de acuerdo a qué servicios que ofrece el Instituto requiera el paciente. Este servicio está a cargo de los médicos adscritos y el jefe de la consulta externa de pediatría.

b) Servicio de Consulta Externa de Pediatría C.E.P. éste está dado a los pacientes subsecuentes con el fin de elaborar la historia clínica a los pacientes que así lo requieran, la historia clínica es responsabilidad de los médicos residentes; o citas de control para pacientes subsecuentes, revisiones médicas periódicas o altas de una patología, las citas de control son llevadas por los médicos adscritos al servicio de consulta externa de pediatría.

c) Servicio de Enfermería Somatometría; a todos los pacientes subsecuentes, antes de pasar al servicio de C.E.P. se lleva un control de medidas somatométricas de los pacientes, este servicio está a cargo de las enfermeras de C.E.P.

d) Clínicas de Especialidad; dentro de C E P se ofrecen consultas de : valoración de patologías a pacientes de primera vez, por las diferentes clínicas de especialidad, con el fin de determinar si el paciente requiere de consultas de especialidad de pediatría, si no es atendido por C.E.P. o rechazado por el Instituto y canalizado a otra Institución; también en este servicio, a pacientes subsecuentes se les cita para control, este servicio se proporciona dentro de C.E.P. por médicos adscritos de las diversas especialidades de pediatría del Instituto.

Para fines de modelaje por simulación se obtuvieron las medidas de las variables; como pueden apreciarse en la Tabla No. 4 . La escala de medición para las variables que se manejaron, fue de intervalo, con ello pudieron realizarse todas las operaciones admisibles y aplicarse las estadísticas que se requirieron.

7.4 Procedimiento para Recolectar los Datos.

En el campo de la investigación, el investigador dispone de diversas estrategias para el estudio y acopio de datos que provengan directamente de las personas o del ambiente en que viven y actúan. Dichas estrategias se traducen en procedimientos o técnicas que sirven a la investigación en la medida que contribuyen al logro de los objetivos de la investigación, permiten la obtención, control y verificación de la información, de una manera ordenada y regular, y en tanto permiten relacionar los datos obtenidos con proposiciones más generales.

El procedimiento empleado en esta investigación fue la observación controlada, derivada de un diseño de investigación pre-experimental por ser el punto de partida de toda investigación y una técnica esencial para la recopilación de información, y debido a que la observación consiste en examinar de manera sistemática lo que acontece en situaciones reales como en este caso en una Institución de Salud, y las interacciones dentro de los grupos-pacientes y servidores de salud (médicos y enfermeras)-.

Para la realización exitosa de la observación se requirió de: a) una planeación de la observación, b) la cooperación y participación de los miembros, y c) el uso de instrumentos para obtener los datos.

En cuanto a la planeación de la observación, fue importante establecer las etapas a seguir en la realización del estudio de campo, mediante la planificación se adoptaron algunas decisiones tentativas acerca del alcance del estudio, sus objetivos generales y la distribución en el tiempo de sus etapas. Como regla general, la formulación exacta del diseño de investigación se dejó para una etapa posterior, una vez que se dispusieron de los resultados de la observación. De hecho el propósito de la observación controlada fue el de conocer las variables significativas para probarlas posteriormente en un diseño ex-ante-facto, mediante simulación. De ahí que en la planificación de la observación se hizo necesario saber qué mediciones resultaban factibles en las diferentes situaciones en donde se iba a realizar la observación controlada y hacer estimaciones realistas de lo que podía lograrse dentro de los límites de tiempo. Para hacer más valiosa la observación controlada se determinó el foco principal de investigación y se restringió el área de observación, características del diseño pre-experimental.

Asimismo se contempló la cooperación y participación de los miembros de la institución, a través de entrevistas con los líderes de cada uno de los sub-grupos (médicos, enfermeras, laboratoristas, trabajadoras sociales y personal administrativo) en donde se plantearon los objetivos de la investigación, la necesidad de un cambio, los problemas reportados por cada sub-grupo, y la manera en cómo podían participar en la recolección de datos con los cuales se podría tener suficiente información para proponer alternativas que pudiesen mejorar los diferentes servicios que ofrece la institución.

Se pudo observar una predisposición aceptable en los diferentes sub-grupos para cooperar y participar en la obtención de datos de las variables significativas de la investigación. Con cada uno de los sub-grupos arriba citados se llegó a un acuerdo de cooperación antes de iniciar la observación controlada, definiéndose claramente la tarea que iban a realizar "anotar la hora en que cada paciente solicitaba el servicio que ellos proporcionaban, en una cédula de registro que portaban los pacientes, hora de inicio y de término del servicio".

Otro sub-grupo del cual se requirió su participación fue el de los pacientes que acudieron a solicitar algunos de los servicios ofrecidos por el Instituto dentro de la consulta externa de pediatría. Durante los días de la observación controlada, se solicitó la cooperación de los pacientes, a quienes se les dió una cédula de registro para que en ella anotaran los prestatarios del servicio las diferentes horas en que se les proporcionaron a los pacientes los diversos servicios durante su estancia de un día dentro del Instituto, al salir de éste, cada paciente regresó la cédula de registro a los investigadores.

Una manera de cuantificar la participación de los sub-grupos, fue mediante el cálculo del porcentaje de cédulas de registro regresadas a los investigadores, sobre el total de éstas que se repartieron entre los pacientes, siendo el 78.02% aplicando una prueba de significancia, el resultado es significativo (<0.001).

Otra manera de obtener control dentro de la observación, se debió gracias en gran parte al instrumento empleado, ya que de hecho la observación científica se apoya en ítems que permiten formalizar y sistematizar lo que debe ser registrado, para después ser analizado. El instrumento empleado en esta investigación fue una cédula de registro.

7.5 Instrumento para recolectar los Datos.

La cédula de registro se utilizó como instrumento para recolectar los datos, la cual consistió de un formato que sirvió para precisar ciertos datos significativos. Con la cédula de registro se hizo posible el registro de observaciones típicas y comunes, y la medición y aislamiento del fenómeno en el tiempo.

De acuerdo con el objetivo de la investigación en la cual se pretendió realizar una observación controlada para describir el comportamiento de un grupo dentro de una institución, mediante el registro sistemático, a base de una cédula de registro, se diseñó el instrumento para recolectar los datos.

7.5.1 Diseño del Instrumento.

Para que haya medición y cuantificación de las variables significativas de la investigación, se requirió de la operacionalización de éstas, es decir de la reducción de los conceptos a sus características susceptibles de cuantificación, lo que permitió manipular cuantitativamente, esto es, hacer operaciones del comportamiento. La determinación de estas medidas pudo ayudar a la interpretación y análisis posterior.

En el diseño del instrumento se contemplaron las diferentes medidas que se requerían para el análisis y el diseño del experimento; asimismo se tomó en consideración al público que iba dirigido, y después de diversos diseños en cuanto a forma y contenido que se expusieron frente a los líderes de los subgrupos y gracias a sus comentarios y sugerencias resultó el diseño final de los instrumentos (Apéndice "C").

En términos de las variables significativas, respecto al tipo de pacientes que acuden al servicio de consulta externa de pediatría del Instituto, existen dos tipos de pacientes: Pacientes de primera vez, y Pacientes sub-secuentes; por lo tanto se elaboraron dos instrumentos con diferentes medidas, uno para cada tipo de paciente, y de acuerdo a los servicios otorgados a estos pacientes.

7.5.2 Validez y Confiabilidad.

La validez y la confiabilidad son las cualidades que el científico desea encontrar en todo método, técnica o instrumento relacionados con el conocimiento que constituye la meta de su labor. Si los datos e instrumentos son válidos y confiables, el científico no dudará en incorporar las conclusiones de su estudio al acervo de conocimiento, pues tendrá confianza en ellos y en su aporte real, por modesto que sea. Al poder calificar sus resultados de válidos y confiables, considerará que como investigador ha cumplido su cometido de analizar la realidad en la forma más directa y libre de distorsión posible.

En cuanto a la validez de un instrumento de medida, ésta ha sido definida por Campbell y Stanley (1966), Kerlinger (1973) y Goode y Hatt (1975), entre otros destacados autores, como el grado en que las diferencias de puntuación reflejan verdaderas diferencias entre individuos, grupos o situaciones con respecto a la característica que se pretende medir, más que a los errores constantes o al azar.

Dicho en otras palabras, la preocupación por la validez corre paralela a la preocupación por el error, sea cual fuere dentro de la investigación. Los errores incluyen desde el sistemático, introducido en la investigación a través de un mal diseño, hasta el de medición aleatorio, causado por factores inestables y situacionales, y abarcan aquellos que se deben a la administración deficiente de los instrumentos o a la falta de claridad de ellos.

Respecto a la validez del instrumento, se ha conceptualizado a la validez, como la propiedad que tiene cada indicador de indicar lo que dice que indica; de ahí que una manera de distinguir a la validez de un instrumento sea mediante una aproximación conceptual, es decir, evaluando la validez de contenido de dicho instrumento, éste se refiere a la definición operacional de las variables significativas de la investigación que se traducen en forma de indicadores vertidos en el instrumento.

Por tanto, para saber si el instrumento posee validez de contenido, se debe establecer si abarca adecuadamente los aspectos importantes de las variables que se están midiendo, en el caso de esta investigación, al dar por sentado que las definiciones de las variables son operacionales, y éstas están consideradas a manera de indicadores y posteriormente en los ítems de las cédulas de registro, puede predecirse que los instrumentos si poseen validez de contenido.

De tal suerte, que al diseñar el instrumento se deba poner especial énfasis en la definición de las variables, dada la teoría que enmarca a la investigación; asimismo debe cuidarse que los resultados arrojados por el instrumento sean coherentes con las suposiciones teóricas y por ende pueda validarse dicho instrumento.

Otro recurso existente para comprobar la validez de un instrumento es recurrir al uso de un jurado de expertos sobre el tema, quien dictamina la relación existente entre los conceptos definidos en base al marco teórico y los indicadores de las variables reflejados en el instrumento. Para ello se requirieron de revisiones teóricas-conceptuales y de contenido de los instrumentos con el objeto de lograr la transparencia necesaria entre los indicadores y lo que se pretendía medir.

Por otro lado no se hizo necesario obtener una submuestra y comparar las respuestas que dieron los prestatarios de los servicios en esta submuestra con las respuestas que se dieron en la cédula de registro que portaron los pacientes de la muestra de la investigación, con el objeto de validar las respuestas a los reactivos del instrumento; debido a que se partió del supuesto que los prestatarios de los servicios que recibieron el entrenamiento de cómo llenar la cédula de registro, siguieron correctamente las instrucciones.

Al igual que el concepto de validez, la confiabilidad constituye un problema metodológico a resolverse en una investigación. La confiabilidad puede definirse en términos de la estabilidad o consistencia de los resultados obtenidos al aplicar los instrumentos de medición; Kerlinger (1981) la define "es la exactitud o precisión de un instrumento de medición" (p.312).

Existen varios métodos mediante los cuales se puede comprobar la confiabilidad de un instrumento. En esta investigación debido a sus características, se obtuvo la confiabilidad haciendo uso del método "partido por la mitad" Split-Half. Cuando se utiliza este método sólo es necesario una aplicación del instrumento como en el caso de esta investigación, por lo que los resultados se dividieron en dos mitades comparativas, así cada sujeto (paciente) le correspondieron dos calificaciones después de una sola aplicación del instrumento. Obteniéndose la confiabilidad mediante la correlación de estas dos puntuaciones. Para lograr que las dos partes fueran comparables se dividieron ambos instrumentos en ítems pares y nones. Calculándose la correlación entre las sumas de reactivos pares e impares por medio del coeficiente de correlación de Spearman-Brown (véase la fórmula en el Apéndice "D"), obteniéndose un resultado para cada instrumento: Pacientes de primera vez ($r_s = 0.87$) y Pacientes subsecuentes ($r_s = 0.88$).

Sin embargo, en un instrumento compuesto de ítems cuyas soluciones son independientes entre sí, hay muchas maneras de dividirlo en dos partes, el número de posibles divisiones depende directamente del número de ítems del instrumento. Por lo que el coeficiente de confiabilidad obtenido con la técnica de división por mitades para un conjunto de datos depende de cuál de las posibles divisiones se haya hecho.

De ahí que al computarse el coeficiente de confiabilidad de Kuder-Richardson, llamado KR 20 (véase fórmula en el Apéndice "D"), da la media de los coeficientes de división por mitades. Obteniéndose un resultado para cada instrumento: Pacientes de primera vez (KR 20 = 0.93), Pacientes subsecuentes (KR 20 = 0.94). Por lo que puede interpretarse que los valores de KR 20 para ambos tipos de pacientes son significativos, concluyéndose que los instrumentos sí poseen consistencia interna, al obtenerse una medida de confiabilidad mayor; la cual depende directamente de las correlaciones entre los ítems del instrumento, es decir, del grado en que los ítems miden la misma variable. Por lo que se predice que existe homogeneidad entre los ítems, debido a que el resultado del valor numérico de KR 20, en ambos instrumentos es significativamente mayor.

Por último sobre la relación entre la validez y la confiabilidad, Sellitz y otros (1965) afirman: "si supiéramos que un instrumento de medida tiene una validez satisfactoria para el propósito que lo utilizamos, no necesitaríamos preocuparnos por su confiabilidad. Si un instrumento es válido, refleja en primer lugar la característica que se supone que mide, con un mínimo de distorsión por otros factores -ya sean constantes o transitorios-; así existirían escasos motivos para dudar de su confiabilidad -es decir- del grado en que ha sido afectado por otros factores" (p.166).

Esto significa que si se define la confiabilidad en relación con el error, se puede afirmar que a mayor error menos confiabilidad y viceversa. Por lo tanto, el concepto de confiabilidad, al ligarse con los de error y de validez, constituye un punto más para tomarse en cuenta en la evaluación del proceso de investigación.

7.6 Herramientas para el procesamiento de datos:
The System for Statistics SYSTAT, y Un Programa de Simulación.

Para acercarse a los sistemas computarizados, el investigador tiene dos alternativas para realizar su análisis estadístico en computadora. Primero, acudir con un profesional en computación y programación y solicitar analizar sus datos, sin embargo es bien conocido que tal profesional pueda ser un experto en su área, pero si no conoce la metodología que sustenta a la investigación, el objetivo al que pretende llegar, las hipótesis que desea verificar, en general la naturaleza propia de la investigación, en este caso de la investigación de servicios de salud, puede ser bastante difícil que exista una buena comunicación entre el investigador de servicios de salud y el experto en programación. De ahí que una segunda alternativa sea que el mismo investigador sea quien aprenda lo mínimo suficiente de análisis estadísticos ubicados en los sistemas computarizados.

En esta investigación se emplearon dos opciones de análisis, que cualquier estudiante o profesional del área de investigación de servicios de salud pueden adherirse a ellas y emplearlas como herramientas en su quehacer científico. Estas son: el uso de un paquete estadístico, el SYSTAT; y un programa de simulación ya elaborado (Jensen, 1983).

En el caso de los "paquetes estadísticos", pueden ser la mejor alternativa si se tiene acceso a una computadora, si el paquete contiene los programas que al investigador interesan de acuerdo a los objetivos de la investigación y si se pretende dar las instrucciones a la máquina (Nie y otros, 1975).

El paquete SYSTAT: The System for Statistics (Leland y Evanston, 1985), es una compilación de un conjunto de rutinas estadísticas, el cual contiene diversos programas de estadística, altamente sofisticados que pueden ser usados por el investigador, los cuales frecuentemente son actualizados, corregidos y aumentados; programas que generalmente desconoce el investigador, ya que fueron desarrollados no para copiarse sino su objetivo radica en su uso más que en el programa per se. Estos programas de los que consta el paquete son arreglos estadísticos adecuados que pocas veces requieren modificaciones.

La ventaja principal del paquete de estadísticas es que para el investigador sólo se requiere de pocas instrucciones que dar a la computadora, las cuales son fáciles de aprender. De hecho para dar las instrucciones a la computadora no se requiere de entender un sistema de programación en computación. Lo único que se necesita es aprender cómo se usa el manual que acompaña al paquete, en el cual se explica exactamente cómo seguir las instrucciones que deben proporcionarse a la computadora.

Asimismo, otra opción es usar un programa que haya sido diseñado y escrito por alguna persona, para lo cual debe cumplirse como requisito conocer al menos el lenguaje de computación con el cual está escrito el programa (Poole y cols., 1980).

El programa de simulación elaborado por Jensen (1983), empleado en esta investigación está escrito en lenguaje BASIC y cumple los criterios para alcanzar los objetivos de la tesis en cuanto a que abarca los tópicos de simulación de modelos de líneas de espera; siendo uno de los instrumentos más útiles para el análisis, diseño y generación de procesos complejos, la simulación como un proceso de diseño de modelos de sistemas y conducción de experimentos y análisis de resultados.

B. RESULTADOS.

B.1 Descripción del Sistema Actual: Diagrama de Flujo y Diagrama de Tiempos y Movimientos.

Al servicio de consulta externa de pediatría acuden pacientes de primera vez y subsecuentes para recibir atención médica en los diferentes servicios ofrecidos por la consulta externa de pediatría (C.E.P.).

Actualmente una de las políticas es ofrecer los servicios disponibles de C.E.P. a los pacientes de primera vez en un sólo día, caso singular dentro de los servicios médicos del Sector Salud en México, ya que generalmente se les cita a los pacientes en fecha posterior para que reciban los servicios requeridos.

De ahí que los pacientes de primera vez hagan un recorrido por los diferentes servicios de C.E.P. En la Figura No. 4 se muestra el diagrama de flujo del sistema actual para los pacientes de primera vez que acuden a C.E.P. Observándose que son 10 estaciones de servicio por las que deberían de pasar los pacientes, distinguiéndose el porcentaje de utilización para cada estación de servicio, el cual no es del 100% en todos los servicios como debería de ocurrir, ya que los pacientes que deberían ser atendidos por esos servicios el mismo día, son citados en fecha posterior.

Una de las razones por las que no son atendidos los pacientes ese mismo día, es por la demanda excesiva que no puede ser satisfecha, sin embargo es demanda rezagada; ya que como puede apreciarse en el servicio de valoración de preconsulta de C.E.P. se atienden al 100% de los pacientes, pero en los otros servicios disminuye. Al comparar la figura No. 4 y la Figura No. 5 (Diagramas de Flujo del Sistema Actual para los Pacientes de Primera Vez y Subsecuentes, respectivamente), los diferentes servicios atienden a pacientes de primera vez rezagados que se convierten en pacientes subsecuentes.

Con esta afirmación, no se quiere decir haya que eliminar a los servicios que atienden pacientes subsecuentes, ni que todos los pacientes de primera vez son rezagados, pero si hay que tomar en cuenta este atraso considerable de pacientes que deberían ser atendidos el mismo día, de acuerdo a la política establecida por el Instituto.

Un problema como consecuencia de tener pacientes rezagados por atender y así saturado el servicio, es que de los pacientes de primera vez que acuden a C.E.F. se seleccionan a aquéllos que si pasan por todos los servicios el mismo día y otros a quienes se les cita en fecha posterior para recibir el servicio. Con lo cual, en cada estación de servicio, se deben tomar algunas decisiones, dependiendo del tiempo disponible del servicio para ofrecer más servicio ese mismo día, o citar al paciente en fecha posterior; asimismo un paciente será atendido ese día en función de la patología del propio paciente. Por lo tanto puede apreciarse en la Figura No. 4 que existen 19 puntos en donde se deben tomar decisiones, teniendo como consecuencia una multiplicación considerable de recorrido por los que pasan los pacientes, siendo ésto una complicación en la organización del sistema, de ahí que se requiera una simplificación del mismo.

En la Figura No. 5 se muestra el diagrama de flujo del sistema actual para pacientes subsecuentes, también haciendo notar que el porcentaje de utilización para los diferentes servicios no es en todos del 100%; debido a que los pacientes se seleccionan de acuerdo al proceso morboso, y a la disponibilidad de cada servicio para que pasen a los diferentes servicios. Con lo cual se puede apreciar que existen 15 puntos en los que se deben tomar decisiones y diversos recorridos por los que pasan los pacientes; de ahí que se hace necesario simplificar la organización del sistema.

En los diagramas de tiempos y movimientos, Figuras No. 6, 7 y 8, del sistema actual para los pacientes de primera vez (aceptados y rechazados) y pacientes subsecuentes, se tienen los diferentes recorridos por los que pasan los pacientes, anotando el número de pacientes que acude a cada servicio y la hora de servicio, asimismo la duración de los servicios y el tiempo promedio en el sistema, de servicio y de espera. Aquí es importante enfatizar que el tiempo de espera para recibir el servicio es considerable respecto al tiempo de servicio, tanto para pacientes de primera vez como subsecuentes.

B.2 Determinación de las Distribuciones de Probabilidad de los Tiempos de Llegada y de los Tiempos de Servicio del Sistema Actual.

Para los modelos de líneas de espera, las distribuciones de los tiempos de llegadas y de los tiempos de servicio, parten de los supuestos de que las distribuciones siguen distribuciones de probabilidad de Poisson y exponencial, respectivamente. Dado que la validez de los modelos empleados depende de la validez de las suposiciones hechas, es importante que se compruebe si efectivamente los tiempos de llegada y servicio siguen las distribuciones mencionadas. Por lo que se hace necesario desarrollar un procedimiento para determinar y probar el tipo de distribución que siguen los tiempos de llegada y de servicio.

Se llevaron a cabo tres etapas en la definición de las variables aleatorias: tiempos de llegada y tiempos de servicio, para cada servicio, para los pacientes de primera vez y subsecuentes. En primer lugar, fue preciso tratar de estimar la forma general de las distribuciones; la segunda etapa consistió en estimar los parámetros de las distribuciones; y la tercera etapa estribó en determinar si las distribuciones hipotéticas (Poisson y exponencial) representan adecuadamente a las variables aleatorias en cuestión.

Para estimar razonablemente la distribución de una variable, fue necesario reunir datos que se utilizaron como guía. Los datos se generaron de dos fuentes: pacientes de primera vez y pacientes subsecuentes. Y se tomaron medidas de dos variables: tiempos de llegada y tiempos de servicio. Para los pacientes de primera vez, se registraron los datos de las dos variables, para los servicios: pre-valoración de consulta externa de pediatría (PRECEP 1), valoración de clínicas de especialidad (CLIESP 1), historia clínica de consulta externa de pediatría (CEPHC 1) y trabajo social (TRASOC 1). Y para los pacientes subsecuentes, se registraron los datos de ambas variables para los servicios: enfermería somatometría (ENFSOM 2), consulta externa de pediatría, consulta de control o historia clínica (CEPCHC 2), valoración de clínicas de especialidad (CLIESP 2) y trabajo social (TRASOC 2).

Los datos reunidos se resumieron en distribuciones de frecuencia, y de éstas se obtuvieron las gráficas (Figuras No. 9 y 10), con el fin de que se compararan con las distribuciones de probabilidad de Poisson y exponencial para las variables tiempos de llegada y tiempos de servicio, respectivamente.

Una vez identificada la distribución que puede representar a la variable estudiada, se determinaron los valores numéricos de los parámetros de la distribución. Cuando la distribución supuesta es función de un parámetro, suele poder estimarse a partir de la media muestral (para calcular la media muestral de observaciones hechas, véase el Apéndice "D").

Como se indicó, se supuso que la distribución de llegadas siguió una distribución de Poisson, y la distribución de tiempos de servicio fue exponencial. Las distribuciones de probabilidad se determinaron de acuerdo a las funciones de probabilidad para la distribución de Poisson y para la distribución exponencial (véase el Apéndice "D").

Para estimar el parámetro de la distribución Poisson, se tomó igual a la media muestral, y para estimar el parámetro de la distribución exponencial, se tomó igual al recíproco de la media muestral.

Después de suponer que las variables aleatorias se caracterizaron por una distribución específica de probabilidad, se debió determinar si esta hipótesis era o no válida.

Para lograr esto, se compararon las distribuciones hipotéticas con las que se dedujeron experimentalmente mediante la aplicación de la prueba estadística de buen ajuste de Kolmogorov-Smirnov, asimismo se computó el coeficiente de correlación "r" de Pearson y el coeficiente de determinación r^2 .

B.3 Prueba de Bondad de Ajuste para la Distribución de Llegadas de Pacientes, y la Distribución Duración del Servicio.

Cuando se desea determinar qué tan bien se conforma la distribución de los datos de la muestra a alguna distribución teórica, una prueba conocida como prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov proporciona una buena alternativa; la cual se utilizó en las distribuciones de probabilidad de los tiempos de llegada y de los tiempos de servicio del sistema actual del INP, para los pacientes de primera vez y subsiguientes.

Al usar la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov, se hace una comparación entre alguna función de distribución acumulada teórica, $F_T(x)$, y la función de distribución acumulada de una muestra, $F_M(x)$. La muestra es una muestra aleatoria de una población con función de distribución acumulada, $F_M(x)$, desconocida. Si existe una íntima concordancia entre las distribuciones acumuladas teóricas y de la muestra, se apoya la hipótesis de que la muestra se extrajo de la población con la función de distribución acumulada que se especifica, $F_T(x)$. No obstante, si existe una discrepancia entre las funciones de distribución acumulada teórica y observada, demasiado grande para ser atribuida únicamente al azar, se rechaza la hipótesis.

La diferencia entre la función de distribución acumulada teórica, $F_T(x)$, y la función de distribución acumulada de la muestra, $F_M(x)$, se mide por medio de la estadística "D", que es la distancia vertical máxima entre $F_M(x)$ y $F_T(x)$.

Las hipótesis son:

H_0 : $F(x) = F_T(x)$, para toda "x" desde $-\infty$ hasta $+\infty$

H_1 : $F(x) \neq F_T(x)$, para al menos una "x", la estadística es:

$$D = \sup_x |F_M(x) - F_T(x)|$$

La hipótesis nula se rechaza en el nivel de significación α , si el valor calculado de D es mayor que el valor crítico ($D_{\alpha, n}$).

La prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov se aplicó para las variables tiempo de llegadas y tiempo de servicio, de los pacientes de primera vez y subsecuentes, en los servicios de preconsulta de consulta externa de pediatría PRECEF 1, clínicas de especialidad CLIESP 1, historia clínica de consulta externa de pediatría CEPHC 1, y trabajo social TRASOC 1 (pacientes de primera vez); y los servicios de enfermería somatometría ENFSOM 2, consulta externa de pediatría, control o historia clínica CEPCHC 2, clínicas de especialidad CLIESP 2 y trabajo social TRASOC 2 (pacientes subsecuentes).

8.3.1 Distribución de llegadas de pacientes de primera vez y subsecuentes a los servicios de la consulta externa del INP.

Los datos registrados de los tiempos de llegada agrupados en las distribuciones de probabilidad (Figura No. 9) fueron probados bajo la hipótesis de que las llegadas de los pacientes a cada servicio tienen una distribución de Poisson.

Al aplicar la prueba estadística de buen ajuste de Kolmogorov-Smirnov que se basa en la diferencia máxima entre la distribución de probabilidad acumulada de la muestra y la distribución de probabilidad acumulada hipotética, se observa en la Figura No. 9 que el valor de la máxima diferencia es menor que el valor de probabilidad obtenido al aplicar la prueba de buen ajuste. Puesto que $D < D(\alpha, n)$ no se puede rechazar la hipótesis nula de que la distribución de llegadas ocurren conforme una distribución Poisson.

Con esta prueba se llega a la misma conclusión al calcular el coeficiente de correlación "r" de Pearson, obteniéndose valores de "r" estadísticamente significativos como puede apreciarse en la Figura No. 9; asimismo los coeficientes de determinación se obtuvieron después de elevar el resultado de "r" al cuadrado.

Por lo tanto, se verifica con la información anterior, que la variable tiempo de llegadas proviene de una distribución de Poisson.

8.3.2 Distribución de la duración del servicio de los pacientes de primera vez y subsecuentes que acuden a la consulta externa del INP.

Con respecto a los datos registrados de los tiempos de duración del servicio agrupados en las distribuciones de frecuencia (Figura No. 10), también se probaron bajo la hipótesis de que los tiempos de servicio siguen una distribución exponencial.

Aplicando la prueba de Kolmogorov-Smirnov, la máxima diferencia entre los valores de las distribuciones de probabilidad acumulada de las muestras y la hipotética, resultó, como puede apreciarse en la Figura No. 10 ser menor que el valor crítico.

Puesto que $D < D(\alpha, n)$, nuevamente no puede rechazarse la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis de que la distribución de los tiempos de servicio se distribuyen exponencialmente; igual resultado al que se llega calculando el coeficiente de correlación "r" de Pearson, siendo los valores de "r" (Figura No. 10) estadísticamente significativos, al igual que los valores de r^2 , de ahí que se confirme que los tiempos de servicio se distribuyen exponencialmente.

Por último, la finalidad de comprobar si los datos de los tiempos de llegada y de servicio seguían las distribuciones Poisson y exponencial, respectivamente, radicó en que los modelos de líneas de espera simulados parten de estos supuestos.

B.4 Diseño del Modelo de Prestación de Servicios para la Consulta Externa del I.N.F.

Para el análisis del sistema actual de consulta externa de pediatría del INP, se emplearon los valores resultantes mostrados en la Tabla No. 5, con los cuales se hicieron las simulaciones de los diferentes modelos de líneas de espera para cada servicio para los pacientes de primera vez y subsecuentes.

Los resultados de los simulacros de los servicios PRECEP 1, CLIESP 1, CEPHC 1 y TRASOC 1 (para los pacientes de primera vez), y ENFSOM 2, CEPHC 2, CLIESP 2, y TRASOC 2 (para los pacientes subsecuentes), se muestran resumidos en la Tabla No. 6, que exhibe los parámetros resultantes de los simulacros de los modelos de líneas de espera.

Con la información procedente del sistema actual, se diseñó el sistema propuesto para: reducir el tiempo de espera de los pacientes para cada servicio, aumentar el porcentaje de tiempo de servicio en relación al tiempo de espera sobre el total de tiempo en el sistema, y aumentar el porcentaje de utilización de cada servicio, evitando el tiempo desocupado de los prestatarios del servicio.

Para lo cual, manteniendo ciertas restricciones tales como: el número de prestatarios por servicio no puede variarse, el número de pacientes para cada servicio debe mantenerse semejante, el número de consultas otorgadas no debe variar, el número de pacientes por prestatario del servicio debe mantenerse, y no pueden eliminarse o crearse nuevos servicios.

De ahí que la propuesta para el sistema se basó en los siguientes antecedentes: los datos del sistema actual arrojaron la información de que el tiempo de espera de los pacientes para recibir los servicios es excesivo, como resultado del tamaño de la cola larga de pacientes que se forma antes de entrar a cada servicio, originado esto por la disciplina que se establece en el sistema que consiste en que los pacientes deben de llegar al sistema antes de que abran los servicios, entonces lo que se ocasiona es una fila larga de pacientes para cada servicio en vez de ser cero, existe una cola en espera de ser atendidos, cola a la que se le suman pacientes que llegan más tarde, una vez abierto el sistema, por lo tanto la fila se hace más larga y el tiempo de espera aumenta considerablemente.

Otro dato que debe contemplarse en el diseño del sistema es la disponibilidad de horario de los servicios, ya que un horario muy cerrado de servicio no es suficiente para atender a la demanda de pacientes y esto tiene consecuencias en que no pueden ser atendidos y sean citados en fecha posterior, por lo que la espera de los pacientes para recibir alguno de los servicios se transforma en días; asimismo un horario demasiado abierto si bien se atenderían a todos los pacientes pudiera traducirse en tiempos desocupados de los prestatarios de los servicios.

Por último una política que debe respetarse y que se ha implantado en el sistema, es ofrecer diferentes servicios que requiere el paciente de primera vez, en el mismo día en que acude para la valoración, aunque los resultados muestran que sólo el 5% de los pacientes pasan por todos los servicios requeridos en un mismo día; de tal suerte los pacientes que necesitan de otro servicio se les da fecha posterior para que acudan a su cita.

El diseño del sistema propuesto considera los siguientes puntos: para eliminar las filas de espera que se forman antes de abrirse los servicios, informar a los pacientes que no es necesario que acudan al Instituto antes de iniciarse el servicio de preconsulta de valoración de la consulta externa de pediatría, ya que como se viene haciendo es llegar al Instituto con bastante tiempo de anticipación, los resultados muestran que los pacientes llegaron en promedio dos horas antes de abrirse el servicio, puesto que en ese intervalo se entregan las pre-fichas y posteriormente las fichas a los pacientes, y debido a que son limitadas (60 fichas por día), los pacientes acuden al Instituto temprano con el fin de alcanzar ficha para ser atendidos.

En el sistema propuesto se pretende eliminar esto, estableciendo la política de "Servicio Abierto", el cual comprende tres innovaciones: la primera, no es necesario llegar al sistema antes de abrir el servicio; la segunda, el número de pacientes atendidos por día no estará limitado por un número de fichas previamente entregadas antes de iniciarse el servicio; y tercera, todos los pacientes que acuden en busca de los servicios ofrecidos por el sistema serán atendidos ese mismo día.

Las restricciones para que se cumpla lo anterior son:

1) El horario de cada uno de los servicios debe establecerse y respetarse de acuerdo a los criterios para satisfacer la demanda, y evitar tiempos desocupados de los prestatarios de los servicios.

2) Los pacientes deben acudir al Instituto para recibir los servicios dentro de los horarios disponibles para cada servicio, ya que si un paciente llega con tiempo anticipado a la apertura del servicio, no le beneficia en nada, puesto que si está dentro del horario disponible del servicio será atendido, más bien lo perjudica llegar antes de iniciarse el servicio porque no será recibido hasta que comience el servicio en su horario designado, de tal suerte que el tiempo de espera es innecesario y perdido, que va en detrimento de sus propias actividades restándole oportunidad para llevar a cabo sus tareas; en caso contrario, si un paciente llega demasiado tarde, fuera del horario disponible de servicio, tampoco será atendido y no recibirá el servicio, con lo cual el tiempo invertido por el paciente será malgastado porque no cumplirá su objetivo de recibir la atención médica. Y

3) La disciplina de la cola será "primeras entradas, primeras salidas", es decir los pacientes serán atendidos en los servicios conforme vayan llegando a cada servicio, mientras estén desocupados los prestatarios de los servicios, y cuando no lo estén, se formarán los pacientes en una fila, a la cual se le dará servicio al primer paciente de la fila en cuanto esté libre el prestatario.

Una consideración más que se tomó en cuenta en el diseño del sistema propuesto, es que se establece la política de que todos los pacientes rechazados a los servicios ofrecidos por el Instituto deben ser canalizados a través de trabajo social al servicio pertinente, con el objeto de establecer normas para la contra-referencia de pacientes.

Por otro lado una cuestión prevaleciente en el sistema actual de la consulta externa de pediatría, que puede ser motivo de confusión y por lo tanto digna de contemplarse, es que dentro de los servicios ofrecidos por el Instituto, existen dos, rotulados bajo el mismo nombre, pero con diferentes funciones, éstos son: recepción de enfermería, que con fines prácticos se les distinguió en el estudio de investigación con los números (1) y (2), pertenecientes:

1) A la entrega de carnet de los pacientes a las enfermeras para anotar la fecha de sus citas después de haber recibido el servicio, y confirmar la fecha y hora de su cita antes de ingresar al servicio de enfermería somatométrica. Y

(2) A la toma de datos por las secretarías mecanógrafas, de los pacientes a quienes se les va a realizar su historia clínica, registro de datos para elaborarles su estudio socio-económico, y entrega de carnet y credencial de los pacientes.

En el modelo propuesto se les nombran a estos dos servicios: ~~recepción de enfermería y módulo de datos,~~ respectivamente.

Finalmente se contempla en el diseño del sistema propuesto para el caso de los pacientes de primera vez que acuden al Instituto, antes de entrar al servicio de valoración de la consulta externa de pediatría, de acuerdo a la disciplina de la cola ya mencionada, los pacientes se dirigirán al módulo de información para que las recepcionistas inscriban a los pacientes en la lista de espera con el fin de que sean atendidos en ese orden y se distribuyan entre los prestatarios de los servicios desocupados, tarea que será encomendada a las recepcionistas de módulo de información.

En base a las anteriores consideraciones se diseñó el sistema propuesto para la consulta externa de pediatría, para los pacientes de primera vez y subsecuentes.

En la Tabla No. 7 se contemplan los valores propuestos para el sistema, en el cual se pueden distinguir los horarios disponibles de cada uno de los servicios y los tiempos de servicio que están abiertos los sistemas, siendo un total de 1,080 mins., 18 hrs. en contraste con 1,220 mins., 20:20 hrs. que están funcionando los servicios del actual sistema de C.E.P.

Asimismo el número de consultas otorgadas es de 270 para el sistema propuesto y de 232 para el sistema actual; y la relación pacientes/prestador del servicio es de 6.92 y 5.95 para los sistemas propuesto y actual, respectivamente.

En la Tabla No. 7 también puede apreciarse que la distribución de los servicios se modificó para los pacientes de primera vez y subsecuentes, esto corresponde al punto de la política establecida por el propio Instituto de otorgar todos los servicios requeridos por un paciente de primera vez en el mismo día sin demorar la prestación del servicio para días subsecuentes.

Por lo tanto, para los pacientes de primera vez, están disponibles abiertos cinco servicios a los cuales pueden acudir todos los pacientes que así lo soliciten dentro del horario y lo requieran según su patología.

De ahí que los servicios ofrecidos para los pacientes subsiguientes no sean servicios otorgados rezagados, sino de acuerdo al proceso morboso de los pacientes que requieran consulta de control en C.E.P. o en alguna de las clínicas de especialidad, por lo que se tienen previstos tres servicios abiertos para los pacientes subsiguientes.

Otra diferencia notable en los resultados del diseño del sistema propuesto, es que contempló que el porcentaje de pacientes de primera vez que acuden a los servicios de PRECEP 1 y CLIESP 1 se vea considerablemente aumentado del 58.25% en el sistema actual al 80% para el sistema propuesto.

Con la información de la Tabla No. 7 se diseñaron los diagramas de flujo para el sistema propuesto de la consulta externa de pediatría (Figuras No. 13 y 14) para los pacientes de primera vez y subsiguientes, en los que se distingue una reducción notable de puntos en donde se toman decisiones, en contraste con las Figuras No. 4 y 5 diagramas de flujo del sistema actual, en los cuales se nota un número mucho mayor de elecciones, lo cual ocasiona diferentes recorridos para los pacientes, esto se traduce en que los pacientes no son atendidos en todos los servicios el mismo día, sino que son citados en fecha posterior; mientras que en el sistema propuesto se observa que los pacientes reciben todos los servicios requeridos en ese mismo día.

En el mismo sentido, los resultados exhibidos en los diagramas de tiempos y movimientos para los pacientes de primera vez y subsiguientes que acuden a la consulta externa de pediatría, del sistema propuesto (Figuras No. 15 y 16), hacen notar la diferencia con respecto a los diagramas del sistema actual (Figuras No. 6, 7 y 8), en cuanto al número de recorridos diferentes por los que pasan los pacientes, en el sistema actual el número de movimientos se reduce tanto para los pacientes de primera vez, como para los pacientes subsiguientes. Asimismo los tiempos promedio, de servicio y de espera se ven disminuidos para los pacientes de primera vez y subsiguientes, en el sistema propuesto.

Los datos de los tiempos se obtuvieron como resultado de las simulaciones que se hicieron para cada servicio.

Se llevaron a cabo ocho simulaciones una para cada servicio con la información de la Tabla No. 7 de valores propuestos para el sistema de C.E.P.

Los resultados de los simulacros para cada servicio se encuentran en la Tabla No. 8, la cual incluye un resumen de los parámetros resultantes de los simulacros de los modelos de líneas de espera del sistema propuesto para la consulta externa de pediatría.

Una comparación de los parámetros de las simulaciones de los modelos de líneas de espera del sistema actual (datos observados) con el sistema propuesto (datos esperados), para los pacientes de primera vez y subsecuentes que acuden al servicio de consulta externa de pediatría, se muestra en la Tabla No. 9; en ésta, se sumaron los valores de los parámetros para cada servicio con el fin de hacer el contraste entre el sistema actual y propuesto. En términos generales, se nota una diferencia significativa en cuanto al tamaño de la cola L_q , para los pacientes de primera vez y subsecuentes, asimismo como el tiempo promedio en la fila de espera W_q , en ambos grupos de pacientes; y por ende se reduce el número de pacientes en el sistema más no en el servicio, y se disminuye el tiempo en el sistema de manera apreciable aunque no el tiempo de servicio para los dos grupos de pacientes.

En cuanto al porcentaje de tiempo de servicio en relación al tiempo de espera sobre el total de tiempo en el sistema una comparación entre el sistema actual y el sistema propuesto para los pacientes de primera vez y subsecuentes, se presenta en la Tabla No. 10, en donde el tiempo promedio de servicio es semejante en ambos sistemas, de tal suerte, que el modelo del sistema propuesto no va en detrimento del servicio ofrecido a los pacientes, ya que éste se mantiene estable; lo que sí se aprecia una diferencia entre los sistemas, es una reducción de los tiempos de espera de los pacientes en la cola, para recibir la atención médica. Por lo tanto, la relación entre el tiempo de servicio y el tiempo de espera se invierte del 30% de servicio y 70% de espera, al 70% de servicio y 30% de espera, para los sistemas actual y propuesto, respectivamente.

Finalmente, el número de pasos que recorren los pacientes de primera vez en el sistema actual es de 38 y se reduce a 28 en el sistema propuesto, como se puede apreciar en los diagramas de flujo (Figuras No. 4 y 13); asimismo, para los pacientes subsecuentes se reducen los pasos de 31 a 20 (véanse los diagramas de flujo, Figuras No. 5 y 14). Es decir el porcentaje de simplificación de pasos para los pacientes de primera vez y subsecuentes es del 26.3% y 35.5%, respectivamente.

9. DISCUSION DE RESULTADOS.

Del análisis de datos efectuado en el presente trabajo, pueden discutirse algunas consideraciones.

La investigación de operaciones es una herramienta útil en la búsqueda de alternativas y más aún, en donde las soluciones son difíciles de implementar, entonces los modelos de simulación son la vía más factible para encontrar soluciones adecuadas a un costo relativamente bajo. De ahí que, para problemas de líneas de espera, la teoría de colas resulte práctica en la descripción de modelos de sistemas, y con dicha información histórica, puedan diseñarse modelos que satisfagan las necesidades de los usuarios y de los prestadores de servicio.

Con el análisis de datos se confirmó la hipótesis que el modelo del sistema actual de la consulta externa de pediatría del I.N.P., siguió una distribución Poisson para los tiempos de llegada y una distribución exponencial para los tiempos de servicio. Puesto que los tiempos entre llegadas y los tiempos de servicio siguieron una distribución exponencial. Asimismo la cantidad de usuarios que llegan al sistema por unidad de tiempo y la cantidad de usuarios que el sistema sirve por unidad de tiempo siguió una distribución Poisson.

Además se verificaron los supuestos:

- 1) La fuente que alimenta el sistema es de tamaño infinito.
- 2) El sistema ha alcanzado el estado estable.
- 3) La disciplina de servicio es: primeras entradas -primeras salidas.
- 4) Los usuarios que llegan al sistema se unen a la cola.
- 5) Los usuarios que están en la cola, permanecerán en ella hasta que sean servidos. Y
- 6) Las salidas del sistema son en forma individual.

Con la aplicación de los modelos de líneas de espera en el sistema de consulta externa de pediatría, se detectaron patrones de comportamiento en el flujo de pacientes y en los diferentes servicios, información con la cual se diseñó el sistema propuesto con las modificaciones en las llegadas de los pacientes y la duración de los servicios.

Asimismo el uso de simulacros como una manera de experimentar ex-ante-facto, tiene beneficio en cuanto al poder de predicción de situaciones nuevas y los resultados posibles con dichos cambios, a un bajo costo en contraposición de implementar esos cambios.

Los resultados de las simulaciones pueden dar una perspectiva amplia a los tomadores de decisiones de lo que puede suceder en caso de llevarse a cabo, así sus decisiones pueden apoyarse más en la información válida, experimental.

Los resultados de las simulaciones hechas para el sistema propuesto para la consulta externa de pediatría del I.N.P. arrojaron información sobre:

- a) Reducción del tiempo de espera de los pacientes antes de ingresar al servicio.
- b) Reducción del tamaño de la cola, del número de pacientes.
- c) Reducción del tiempo total de estancia de los pacientes dentro del sistema.
- d) Estabilidad en el tiempo de servicio.
- e) Aumento en el porcentaje de utilización de los servicios.
- f) Disminución de los tiempos desocupados de los servidores.
- g) Aumento del número de consultas otorgadas.
- h) Aumento del porcentaje de pacientes aceptados a los servicios del I.N.P.
- i) Canalización de todos los pacientes de primera vez rechazados. Y
- j) Disponibilidad del horario de servicio abierto a todos los pacientes en un "Sistema Abierto".

Finalmente cabe señalar que la realización de estudios de líneas de espera en el campo de la salud ha sido tradicionalmente motivado por trabajos universitarios (Butterworth, 1975; Nemmers, 1975; Llerena y Alvarez, 1984; Reynoso y cols., 1985) cuyos objetivos son la obtención de un grado académico, la publicación de un documento, o la misma motivación intelectual.

Por lo que es urgente hacer un llamado a los tomadores de decisiones para que hagan conciencia en el tipo de investigaciones que deban realizarse y se lleven a cabo estudios dentro de las instituciones de salud con el objetivo claro de modificar situaciones adversas a los pacientes, como es el caso de tiempos excesivos de espera para recibir la atención médica.

Por lo tanto, la aplicación de modelos de líneas de espera puede extenderse a todos los servicios de salud, siempre que se presente un problema donde la demanda de servicios exceda a la oferta de los servicios prestados, situación crónica en el caso de los servicios de salud en México.

De ahí que la trascendencia del trabajo radique en los hallazgos encontrados para la simplificación administrativa, la planeación de una organización del sistema de servicios de salud, que sirva como un modelo para la modernización de los servicios de salud.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Tres factores que contribuyen a mejorar el problema de flujo de pacientes en sistemas de atención médica son:

- a) Evaluar las necesidades de los pacientes.
- b) Buscar una apropiada disponibilidad de servicio y prestadores de servicio. Y
- c) Recurrir a un apropiado cuidado del medio ambiente

Sobre las necesidades de los pacientes, se debe enfatizar en las prioridades de los pacientes y tomar decisiones sobre ellas; por lo que se sugiere que en la sala de espera, mientras los pacientes esperan la atención médica, sea un médico residente quien evalúe las necesidades de los pacientes y tome decisiones de prioridades, y canalice a los pacientes a los servicios de urgencias, de valoración o de consulta externa, o bien sea referido a otro nivel de atención médica.

En cuanto a la disponibilidad del servicio y prestatarios del servicio, se debe contemplar primeramente un análisis de predicciones del volumen de pacientes que acuden a los diferentes servicios, así como un análisis del comportamiento de llegadas de los pacientes; con el fin de definir el tipo de programación de consultas que debiera realizarse.

Considerando las necesidades de los pacientes y la disponibilidad del servicio, un control adecuado de programación de citas, es aquel basado no en el tiempo de la consulta, sino más bien en el problema y necesidades de los pacientes, es por lo que se recomienda que el sistema de consulta externa sea "servicio abierto", funcionando con un horario disponible para todos los pacientes que acudan a él, dentro del horario de servicio; de tal suerte, que para aquellos pacientes que llegaran fuera de horario, serán canalizados al servicio de urgencias.

Con respecto a la disponibilidad de los servidores, deberá existir un control de número de pacientes asignados para cada médico, de ahí también la necesidad de una hoja diaria de actividades de los médicos.

Y para el caso de un apropiado manejo del medio ambiente, es necesario recurrir a la planificación del espacio físico, con apoyo de la psicología medio ambiental, se tiene información sobre el uso de letreros (con símbolos y señales) que guíen al paciente durante su estancia en el instituto, a los diferentes servicios que deberá acudir; asimismo la distribución adecuada de módulos de atención a pacientes, de consultorios y de salas de espera.

De igual forma, es importante también la participación de los médicos residentes, no sólo en la elaboración de historias clínicas de los pacientes, sino dentro de las valoraciones y de las consultas, contribuyendo de esta manera a uno de los objetivos del instituto el cual reside en la formación de profesionistas de la salud.

Es necesario establecer normas dentro del servicio, para lo cual puede trabajarse en la implementación de manuales de funcionamiento del servicio.

Además se sugiere la difusión del servicio, dentro y fuera del Instituto, con el objeto de que se conozcan los objetivos del servicio, hacia quien va dirigido, las características de la población atendida y quienes son los responsables del servicio.

Para lo cual deben implementarse estrategias interinstitucionales para estudiar la referencia y contra-referencia de pacientes; debe buscarse publicidad en los medios masivos de comunicación para difundirse las características de los pacientes que pueden acudir al instituto; y a nivel intra institución debe buscarse comunicación inter-servicios entre el personal; y para los pacientes información sobre qué hacer y a dónde dirigirse mediante instructivos diagramáticos y auto-explicativos que faciliten el flujo de pacientes durante el tiempo que se encuentren dentro del sistema.

Por otro lado, en muchas aplicaciones prácticas, los tipos de cambio en el sistema que son factibles y que pueden traer ventajas prácticas pueden ser claros. Sin embargo, a veces es útil disponer de alternativas de las modificaciones a implementarse por los tomadores de decisiones.

En un sistema complejo en el que cada individuo pasa cada vez por varios puntos donde hay cola, como es el caso de la consulta externa del I.N.P., puede ser posible el reorganizar la pauta de flujo. Además, si se trata de una sola cola, las modificaciones pueden hacerse a las llegadas, al mecanismo de servicio y/o a la disciplina de la cola.

Respecto a las modificaciones a las llegadas, se puede:

- a) Modificar la frecuencia media total de llegadas, por ejemplo, mediante la exclusión de algunos pacientes para el servicio.
- b) Controlar los tiempos de llegada de los pacientes, con un sistema de citas, usualmente diseñado para producir llegadas regulares.
- c) Emparejar las variaciones sistemáticas en el número de llegadas, tratando por ejemplo de asegurar un flujo más uniforme de pacientes en el día, sin controlar los tiempos de llegada de los pacientes individuales. Y
- d) Arreglar el sistema de tal manera que los pacientes se animen o se desalienten para entrar en la cola, dependiendo del número de pacientes que ya estén en ella.

En cuanto a las modificaciones al mecanismo de servicio, se puede:

- a) Reducir el tiempo medio de servicio.
- b) Reducir el coeficiente de variación del tiempo de servicio.
- c) Hacer arreglos para que los tiempos de servicio se reduzcan durante los períodos de congestión mayor que el promedio.
- d) Cambiar la capacidad del sistema proporcionando más o menos estaciones de servicio, es decir aumentar o disminuir el número de prestadores de servicio.
- e) Hacer arreglos para que la capacidad aumente temporalmente, bien sea cuando se observe una congestión alta, o cuando se espera que lleguen más pacientes del número promedio. Y
- f) Aumentar la disponibilidad de la estación de servicio, bien sea en promedio, o haciendo que sea más factible la disponibilidad del servicio cuando haya pacientes presentes.

Y en relación a las modificaciones de la disciplina de la cola, se puede:

- a) Dar prioridad, preponderante o no preponderante, a pacientes con urgencias, esto es, a aquellos para los que el costo de espera por unidad de tiempo es alto.
- b) Introducir en un sistema en el que la disciplina de cola no es "se atienden según vayan llegando", algún artificio que asegure la reducción de la probabilidad de tiempos largos de cola. Y
- c) En una cola con varias estaciones, modificar la regla mediante la cual se asignan los pacientes a las estaciones.

Asimismo es factible realizar investigaciones futuras en las que se evalúen las diferentes alternativas de los modelos generados, en base a un análisis de costos económicos institucionales, y costos sociales derivados por los tiempos perdidos por los pacientes y sus acompañantes, causados por la excesiva espera que tienen que sufrir antes de recibir la atención médica en los servicios de la consulta externa.

Con lo anterior, se puede concluir que el tópico de líneas de espera y su uso en los servicios de salud, tiene amplia variedad de aplicación no sólo en el servicio de la consulta externa, sino también en cirugía electiva, uso de quirófanos, laboratorio y rayos "X"; con el objeto de optimizar los servicios de salud que se caracterizan por la carencia de recursos, y debido a que los modelos de líneas de espera consisten en la descripción y modelaje de situaciones en donde se observa la necesidad de asignar recursos limitados.

La formación de líneas de espera es un fenómeno que se presenta siempre que la demanda de un servicio es mayor que la capacidad para proporcionar ese servicio; situación que describe el actual sistema de atención médica en algunas instituciones del sector salud en México.

Finalmente, cabe mencionar las investigaciones basadas en la teoría de colas, por sí mismas no resuelven directamente el problema de la pobre capacidad en la oferta de los servicios; sin embargo, sí contribuyen con la información vital requerida para que los tomadores de decisiones asignen y distribuyan eficientemente sus recursos ante la población demandante de servicios de salud.

BIBLIOGRAFIA

- ACKOFF, R.L. y SASTENI, M.W. (1984). Fundamentos de Investigación de Operaciones. México: Editorial Limusa.
- ARSTUTZ, A.E. (1967). Computer Simulation of Competitive Market Response. Cambridge Mass.: M.I.T. Press.
- BIRCHALL, J.P., COX, T.F. & WONG, H. (1983). Computer Modelling of ENT out-patients. Clinical Otolaryngology, B (6), 411-415.
- BLAKER, Bolling W. (1972). Queuing model of a hospital emergency room. Industrial Engineering. Sept., 26-31.
- BROOK, R.H., FINK, A., KOSECOFF, J., LINN, L.S., WATSON, W.E., DAVIES, A.R. CLARK, V.A., KAMBERG, C. & DELBANCO, T.L. (1987). Educating physicians and treating patients in the ambulatory setting. Where are we going and how will we know when we arrive? Ann. Inter. Med. 107 (103), 392-398.
- BUTTERWORTH, R. W. (1975). On Congestion in Outpatient Walk-In Clinics. Technical report. N T I S.
- BUTTON & STARBUGH (1971). Computer Simulation of Human Behavior. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- CALLAHAN, N. M. & REDMON, W.K. (1987). Effects of problem-based scheduling on patient waiting and staff utilization time in pediatric clinic. Journal Appl. Behav. Anal., 20 (2), 193-199.
- CAMPBELL, D. Y STANLEY, J. (1982). Diseños Experimentales y Cuasiexperimentales en la Investigación Social, Buenos Aires: Amorrortu Editores.
- COHEN, D.I., BRESLAU, D., PORTER, D.K., HERSHEY, C.O., GOLDBERG, H.I., DAWSON N.V., LEE, J.C. & McLAREN, C.E. (1986). Medical Care, 24 (11), 990-998.
- COOPER, R.B. (1972). Introduction to Queuing Theory. New York: McMillan.
- COOS-BU, R. (1982). Simulación. Un Enfoque Práctico. México: Editorial Limusa.
- COX, D.R. Y SMITH, W.L. (1964). Estudio Matemático de las Colas. México: UTEHA.
- CUPIT, L.G. (1985). A Systems approach, to reducing waiting times and li-ss. Br. Med. J., 290 (6467), 577-578.

DHILLON, H. & GIGLIO, R. (1977). Plan: A computer Model for Planning Locations, Capacities and Schedules of Outpatient Facilities. NTIS. National Center for Health Services Research, Hyattsville, Md.

DUTTON, D.B., GOMBY, D. & FOWLES, J. (1985). Satisfaction with Children's medical care in six different ambulatory settings. Medical Care, 23, 894-912.

FLOOK, E. & SANAZARO, P.J. (1973). Health Services Research In Perspective. Ann Arbor: Health Administration Press.

GIGLIO, R.J. & LINDSAY, W.J. (1977). Plan Program Tape: A Computer Model for Planning Locations, Capacities and Schedules of Outpatient Facilities. NTIS. National Center for Health Services Research, Hyattsville, Md.

GOMEZJARA, F. Y PEREZ, R.N. (1987). El Diseño de la Investigación Social. México: Fontamara.

GODDE, W.J. Y HATT, P.K. (1975). Métodos de Investigación Social. México: Editorial Trillas.

GROSS, D. & HARRIS, C.M. (1974). Fundamentals of Queuing Theory. New York: John Wiley & Sons.

GUETZKOW. (1962). Simulation in Social Science. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs.

GUETZKOW. (1963). Simulation in International Relations: Developments for Research and Teaching. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs.

HERMANN, C.P. (1969). Crisis in Foreign Policy: A Simulation Analysis. New York: Bobbs Merrill Company Inc.

HILLIER, F. Y LIEBERMAN, H.J. (1985). Introducción a la Investigación de Operaciones. México: Mc Graw-Hill.

HOGATT & BALDESTONE. (1963). A Symposium on Simulation Models: Methodology and Applications to Behavioral Sciences. Cincinnati, Ohio: South-Western Publishing Co.

ITTG, P.T. (1985). Capacity Planning in Service Operations: The case of hospital outpatient facilities. Socioecon. Plann. Sci., 19 (6), 425-429.

JENSEN, P.A. (1983). Introduction to Operations Research With Microcomputers. Published by Hddm. Day, Inc.

KERLINGER, F.N. (1981). Investigación del Comportamiento. Técnicas y Metodología. México: Nueva Editorial Interamericana.

- KRESGE, D.T. & ROBERTS. (1971). Techniques of Transportation Planning: Systems Analysis & Simulation Models. Washington, D.C.: Brookings Institution.
- KROOP, D.H. (1977). Recursive Modeling of Ambulatory Health Care Settings: Executive Summary. NTIS. National Center for Health Services Research, Hyattsville, Md.
- LEE, A. (1966). Applied Queueing Theory. New York: McMillan.
- LELAND, W. & EVANSTON, I.L. (1985). The System for Statistics. SYSTAT. Inc.
- LINDSAY, W.J. & RISING, E.J. (1977). Clinic Simulation Model. NTIS. National Center for Health Services Research, Hyattsville, Md.
- LLERENA, C.M. Y ALVAREZ, G. (1984). En espera de atención médica. Salud Pública de México, 26 (1), 50-59.
- MARTINEZ, R., GONZALEZ, G., IBARRA, H., ROMERO, G., RUIZ, M. (1986). Estudio Sobre la Satisfacción del Usuario de los Servicios de Consulta Externa y de Urgencias del Instituto Nacional de Pediatría: Un Enfoque sobre la Calidad de la Atención Médica. Inédito.
- MEIR, R.D. (1969). Simulation in Business and Economics. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs.
- NAGHI, N.M. (1985). Investigación de Operaciones. México: Editorial Limusa.
- NAYLOY, B.B. Y KONG-CHU. (1971). Técnicas de Simulación en Computadoras. México: Editorial Limusa.
- NEMMERS, R.S. (1975). An Operations Research Model of a Health Care Appointment System. Master's thesis. NTIS.
- NEWELL, G.F. (1971). Applications of Queueing Theory. Chapman & Hall.
- NIE, N., HULE, C., JENKINS, J., STEINBRENNER, K. & BENT, D. (1975). SPSS Statistical Package for the Social Sciences. New York: Mc Graw-Hill Book Co.
- O'KEEFE, R.M. (1985). Investigating outpatient departments: implementable policies and qualitative approaches. J. Oper. Res. Soc. 36 (8), 705-712.
- O'MALLEY, M.S., FLETCHER, S.W., FLETCHER, R.H. & EARP, J.A. (1983). Measuring patient waiting time in a practice setting. A comparison of methods. Journal Ambulatory Care Manage. 6 (3), 20-27.

ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD. (1982). Investigaciones Destinadas a Reorientar los Sistemas Nacionales de la Salud. Informe de un Grupo de Estudio de la O.M.S. Ginebra.

ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD. (1984). Investigación en Servicios de Salud. Situación y Perspectivas. Informe sobre Investigación en Servicios de Salud. Situación Actual y Bases para su Desarrollo, XXIII Reunión del Comité Asesor de la O.P.S. sobre Investigaciones Médicas. Washington, D.C.

POOLE, L., BORCHERS, M. Y DONAHUE, C. (1980). Algunos Programas de Uso Común en BASIC. Madrid: Osborne/Mc Graw-Hill.

PRAWDA, J. (1987a). Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones. Modelos Determinísticos. Vol. 1, México: Editorial Limusa.

PRAWDA, J. (1987b). Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones. Modelos Estocásticos. Vol. 2, México: Editorial Limusa.

REYNOSO, E., GONZALEZ-CELIS, A., TORRES, R., DOMINGUEZ, A. Y MEJIA, M. (1985). Distribución de los tiempos de espera de las pacientes de primera vez en el servicio de consulta externa del INPeri Propuesta de Modelos Alternativos. En Memorias del V Coloquio Interno de Investigación. E.N.E.P. U.N.A.M., p.99.

RISING, E.J. (1977a). A Manual for the Use of the Clinic Simulation Model. NTIS. National Center for Health Services Research, Rockville, Md.

RISING, E.J. (1977b). Design and Evaluation for Improved Patient Flow. In: Ambulatory Care Systems, Volume 1. National Center for Health Services Research, Hyattsville, Md.

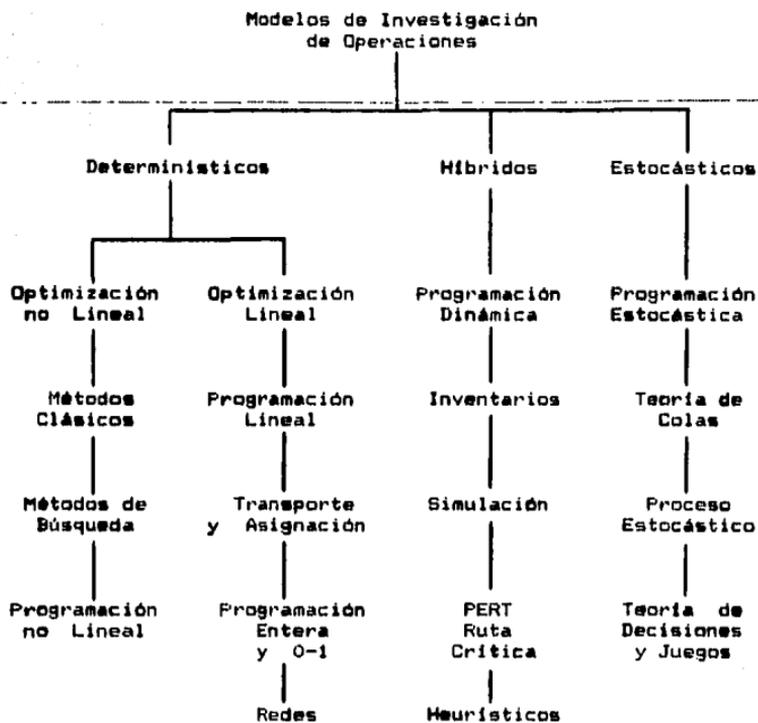
ROCKART, J.F. & HOFMANN, P.B. (1969). Physician and Patient Behavior under Different Scheduling Systems in a Hospital Outpatient Department. Medical Care. 7 (6), 463-470.

SANDOVAL, N.J. (1986). Las Universidades y la Investigación de Servicios de Salud. Revista de la Facultad de Medicina. 29 (7-8), 311-316.

SAATY, T. (1961). Elements of Queuing Theory. New York: Mc Graw-Hill.

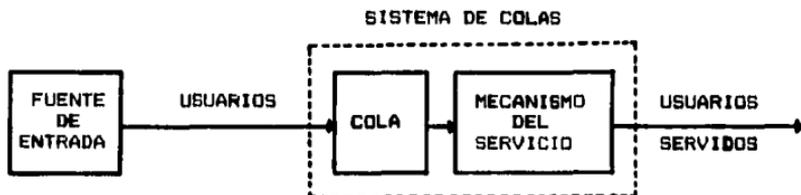
- SELLTIZ, C., JAHODA, M., DEUTSCH, M. & COOK, S.W. (1965). Research Methods in Relations. London: Methuen and Co., Ltd.
- SHALER, Stidham Jr. (1970). On the Optimality of Single-Server Queuing Systems. Operations Research, 18, 708-732.
- SHAN, C.P. Mac BRIDE, J.R. & LAMB, G.A. (1977). Can. J. Public Health. 68 (2), 148-153.
- SHANNON, R.E. (1975). System Simulation: The Art and Science. New York: Prentice-Hall.
- SHAPIRO. (1969). Representatives and Role Calls: A Computer Simulation of Voting in the Eighty-Eighth Congress. New York: Bobbs Merrill Co. Inc.
- SIEGAL & WOLF. (1969). Man-Machine Simulation Models. New York: Interscience Publisher.
- SMITH, H.T. & KURRIE, R.W. (1982). A Model Scheduling and Appointment System for Family Practice Programs and Group Practice, Phase 1: Computerizing the Physician's Daily Schedule. Journal Clinical Comput., 10 (4), 138-145.
- TAYLOR (Ed.). (1970). Instructional Simulation Systems in Higher Education. Cambridge Monographs on Teaching.
- THIERAUF, R.J. (1982). Introducción a la Investigación de Operaciones. México: Editorial Limusa.
- THOMPSON, R.S., BASDEN, P. & HOWELL, L.J. (1982). Evaluation of Initial Implementation of an Organized Adult Health Program Employing Family Nurse Practitioners. Medical Care. 20 (11), 1109-1127.
- TIJONOV, A.N. Y KOSTOMAROV, D.P. (1983). Algo Acerca de la Matemática Aplicada. Moscú: Editorial Mir.
- TUCKER, H. (1985). Outpatient Performance. Weighting the Waiting Times. Health Soc. Serv. J., 95 (4963), 1069.
- VEMURI, S. (1984). Simulated Analysis of Patient Waiting Time in an Outpatient Pharmacy. American Journal Hospital Pharmacology, 41 (6), 1127-1130.
- WELCH, J.D. & BATLEY, N.T.J. (1952). Appointment Systems in Hospital Outpatient Departments. Lancet, 1, 1105-1108.

MODELOS DE INVESTIGACION DE OPERACIONES



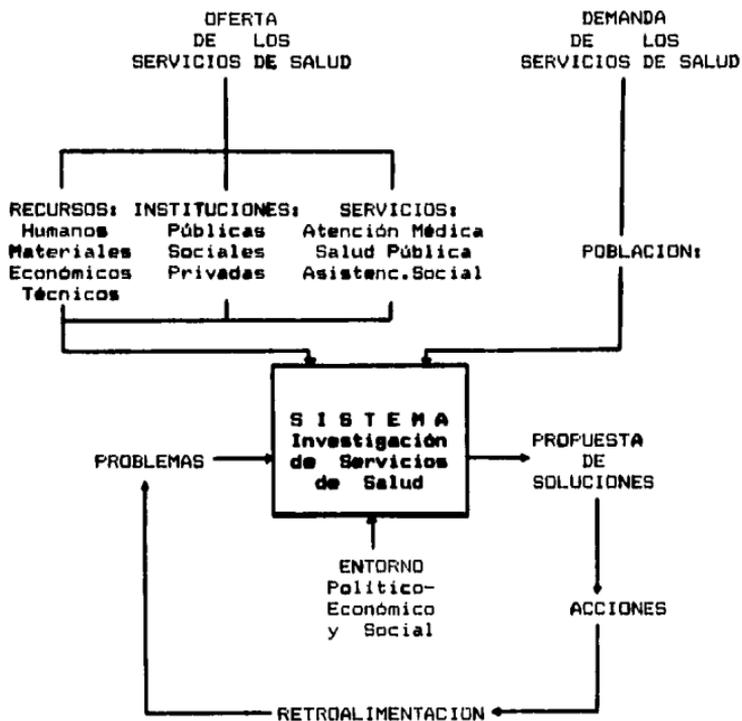
F I G U R A No. 1

PROCESO BASICO DE COLAS



F I G U R A No. 2

SISTEMA INVESTIGACION DE SERVICIOS DE SALUD



F I G U R A No. 3

DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA ACTUAL DEL INP, PARA LOS PACIENTES DE PRIMERA VEZ QUE ACUDEN AL SERVICIO DE CONSULTA EXTERNA DE PEDIATRIA (Septiembre, 1986)

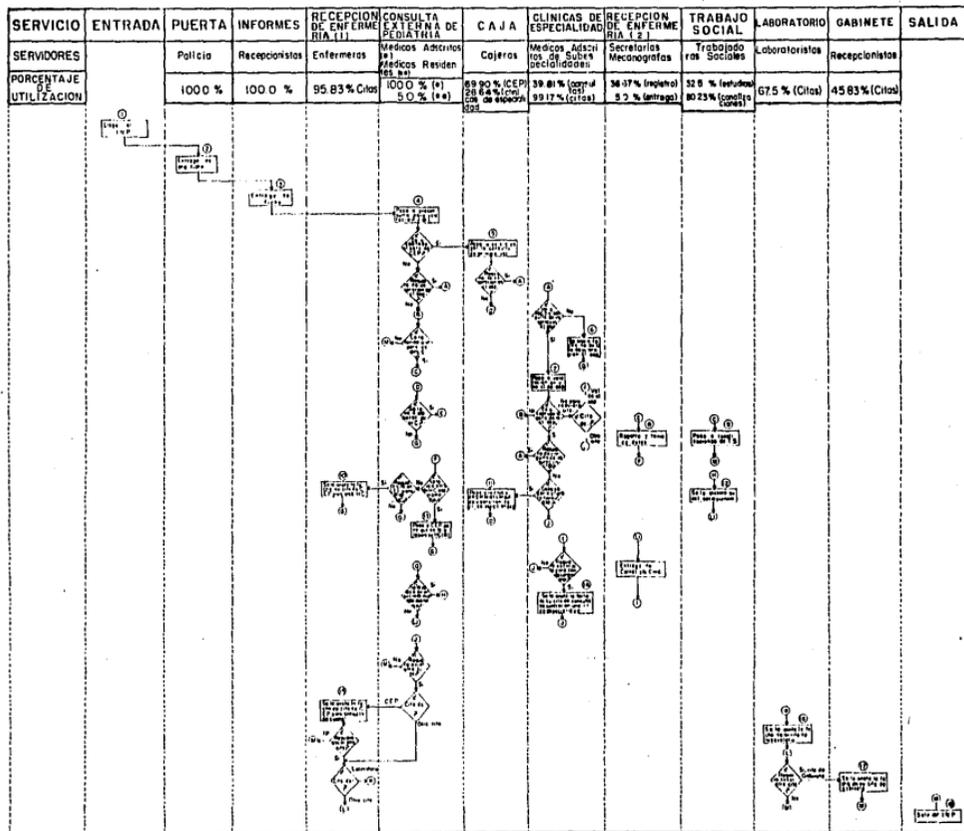


FIGURA No. 4

**DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA ACTUAL DEL INP, PARA LOS PACIENTES
SUBSECUENTES QUE ACUDEN AL SERVICIO DE CONSULTA EXTERNA DE
PEDIATRIA (Septiembre, 1986)**

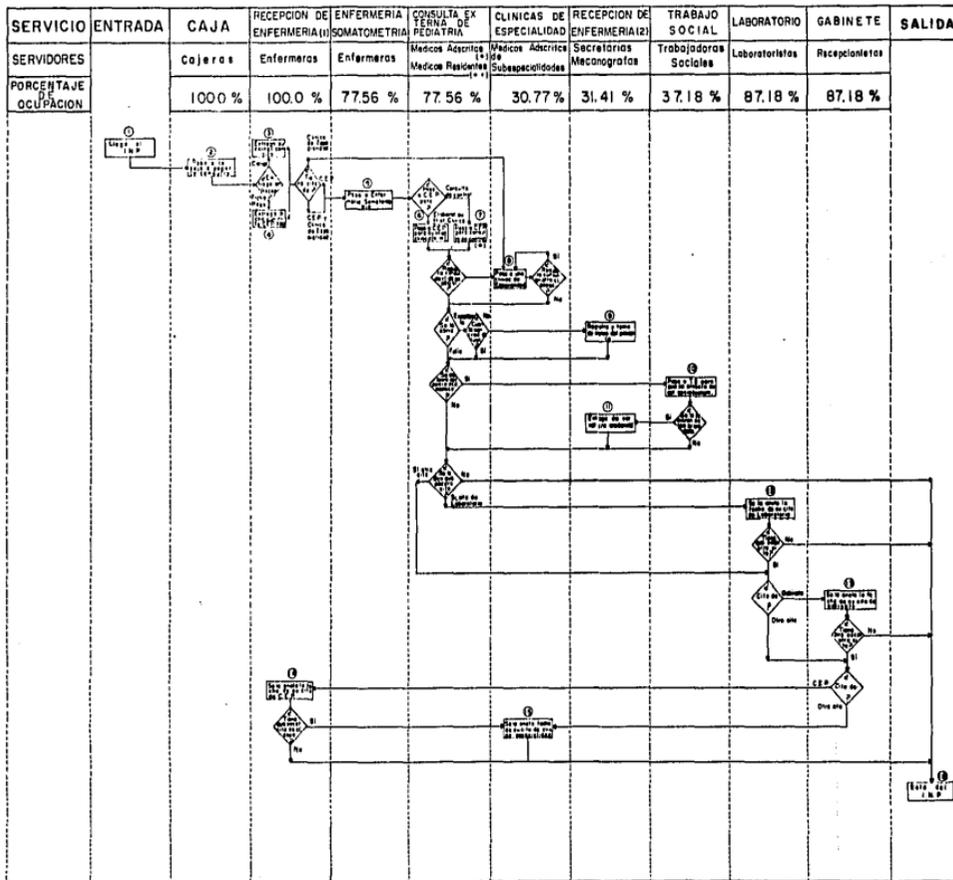


FIGURA No. 5

DIAGRAMA DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL SISTEMA ACTUAL DEL I.N.P. PARA LOS PACIENTES DE PRIMERA VEZ QUE ACUDEN AL SERVICIO DE CONSULTA EXTERNA DE PEDIATRIA (Septiembre, 1986)

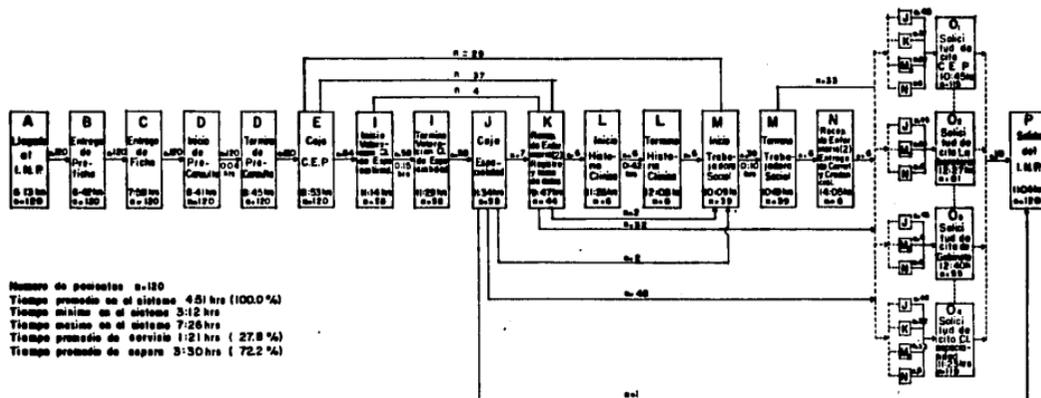


FIGURA No. 6

DIAGRAMA DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL SISTEMA ACTUAL DEL I.N.P. PARA LOS PACIENTES SUBSECUENTES QUE ACUDEN AL SERVICIO DE CONSULTA EXTERNA DE PEDIATRIA (Septiembre, 1986)

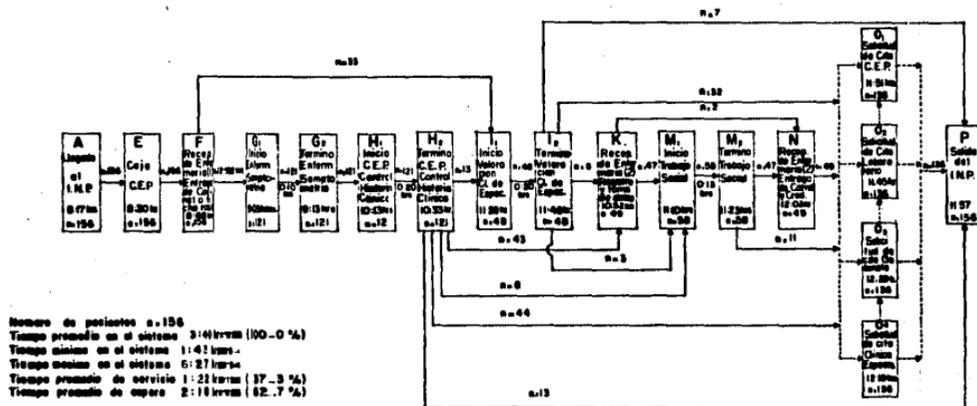
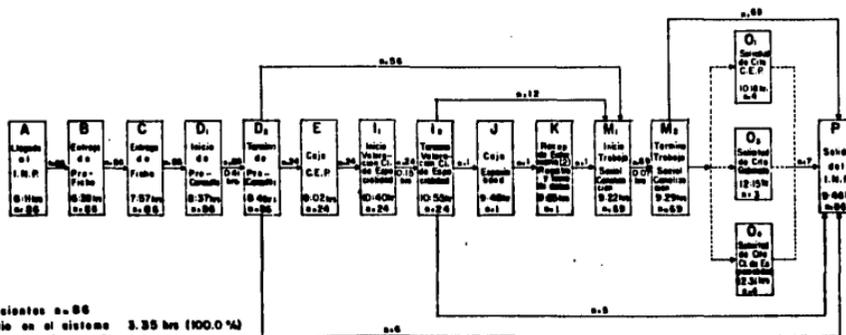


FIGURA No. 7

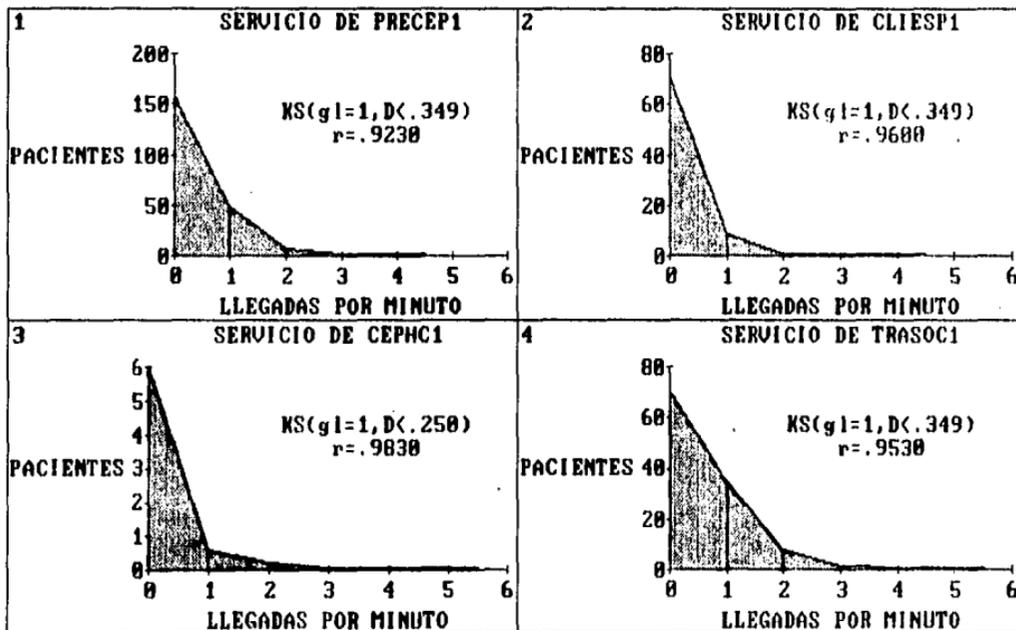
DIAGRAMA DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL SISTEMA ACTUAL DEL I.N.P. PARA LOS PACIENTES DE PRIMERA VEZ RECHAZADOS QUE ACUDIERON AL SERVICIO DE CONSULTA EXTERNA DE PEDIATRIA (Septiembre, 1986)



Numero de pacientes n=88
 Tiempo promedio en el sistema 3.35 hrs (100.0%)
 Tiempo minimo en el sistema 2:20 hrs.
 Tiempo maximo en el sistema 5:18 hrs.
 Tiempo promedio de servicio 0:30 hrs. (11.0%)
 Tiempo promedio de espera 3:05 hrs. (86.0%)

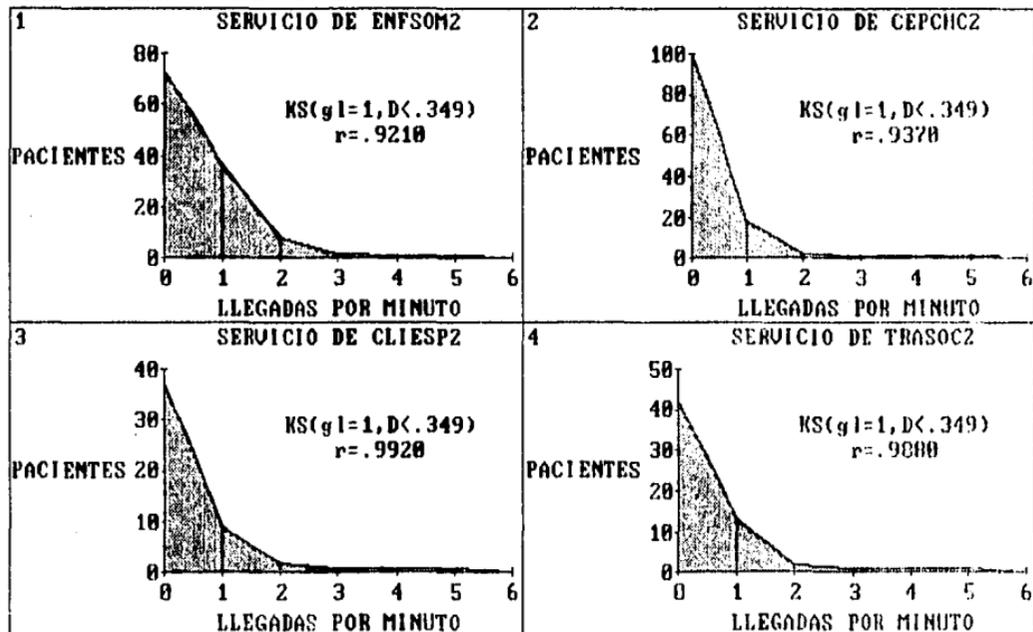
FIGURA No. 8

DISTRIBUCION DE LLEGADAS DE LOS PACIENTES DE PRIMERA VEZ QUE ACUDEN A LOS SERVICIOS DE LA CONSULTA EXTERNA DEL I. N. P.



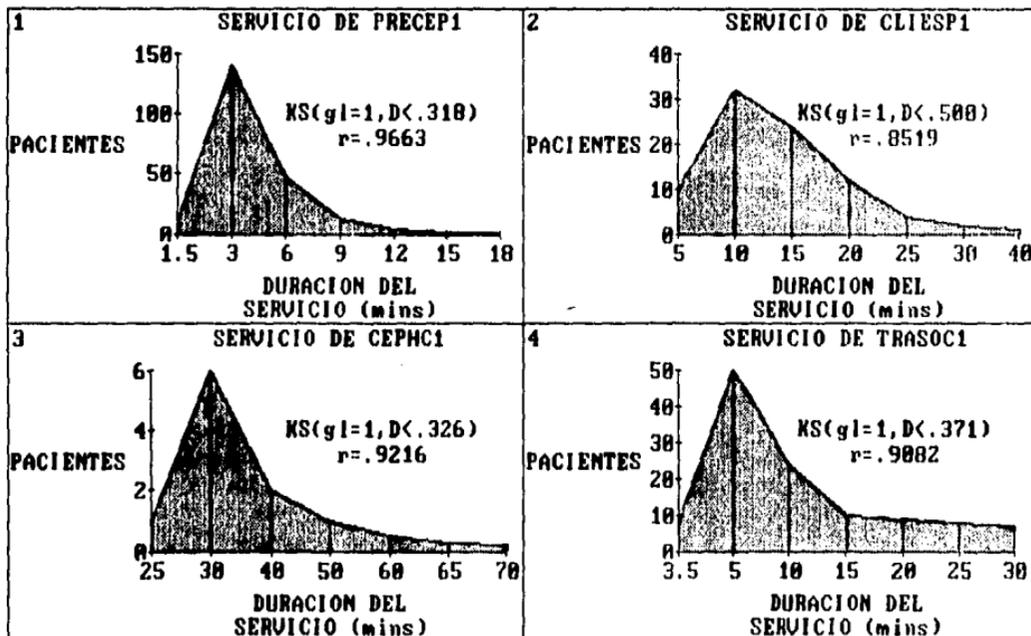
PRECEP1 : PRECONSULTA
 CLIESP1 : CLINICAS DE ESPECIALIDAD
 CEPHC1 : HISTORIA CLINICA
 TRASOC1 : TRABAJO SOCIAL

DISTRIBUCION DE LLEGADAS DE LOS PACIENTES
 SUBSECUENTES QUE ACUDEN A LOS SERVICIOS
 DE LA CONSULTA EXTERNA DEL I. N. P.



ENFSOM2 : ENFERMERIA SOMATOMETRIA
 CEPCHC2 : CONTROL/HISTORIA CLINICA
 CLIESP2 : CLINICAS DE ESPECIALIDAD
 TRASOC2 : TRABAJO SOCIAL

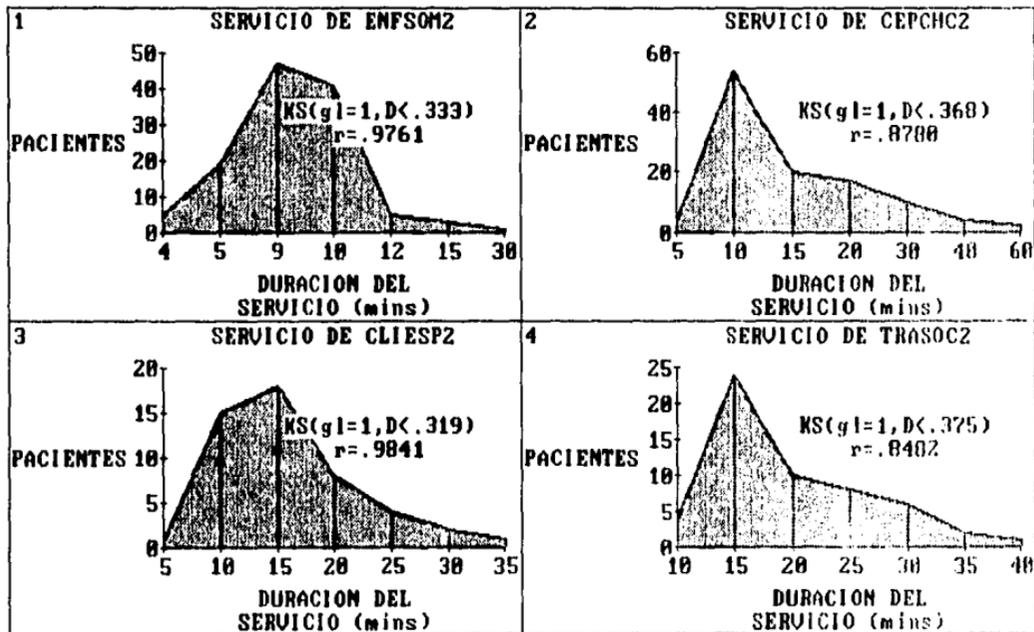
DISTRIBUCION DEL TIEMPO DE SERVICIO DE LOS
 PACIENTES DE PRIMERA VEZ QUE ACUDEN A LOS
 SERVICIOS DE LA CONSULTA EXTERNA DEL I. N. L. P.



PRECEPI : PRECONSULTA
 CLIESPI : CLINICAS DE ESPECIALIDAD
 CEPHC1 : HISTORIA CLINICA
 TRASOCI : TRABAJO SOCIAL

FIGURA No. 11

DISTRIBUCION DEL TIEMPO DE SERVICIO DE LOS PACIENTES SUBSECUENTES QUE ACUDEN A LOS SERVICIOS DE LA CONSULTA EXTERNA DEL I. N. P.



ENFSOM2 : ENFERMERIA SOMATOMETRIA
 CEPCHC2 : CONTROL/HISTORIA CLINICA
 CLIESP2 : CLINICAS DE ESPECIALIDAD
 TRASOC2 : TRABAJO SOCIAL

DIAGRAMA DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL SISTEMA PROPUESTO PARA LA CONSULTA EXTERNA DE PEDIATRIA DEL I.N.P. PARA LOS PACIENTES DE PRIMERA VEZ. (abril de 1988).

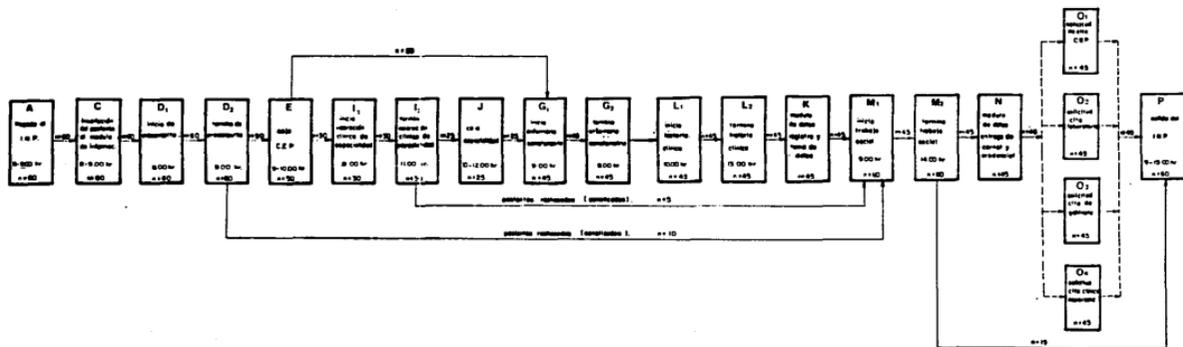


FIGURA 15

DIAGRAMA DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL SISTEMA PROPUESTO PARA LA CONSULTA EXTERNA DE PEDIATRIA DEL I.N.P. PARA LOS PACIENTES SUBSECUENTES. (abril de 1988).

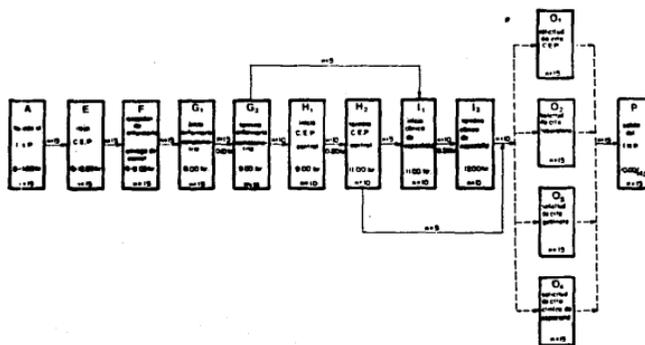


FIGURA 16

T A B L A No. 1
ESQUEMA DE LAS LINEAS DE INVESTIGACION SOBRE
SERVICIOS DE SALUD (D.M.S., 1982).

LINEAS DE INVESTIGACION (D.M.S. 1982)	AREAS PROBLEMA DE INVESTIGACION DE SERVICIOS DE SALUD	TEMA DE INVESTIGACION
<p>1. Relaciones entre los --- sistemas de - salud y la - sociedad en - su totalidad.</p> <p>2. Evaluación de las nece- sidades sani- tarias de una población.</p>	<p>Recursos - humanos, - estableci- mientos, - equipo y - suminis- tros, con- nocimien- tos y tec- nología.</p>	<p>Estudio sobre la ejecución, eficiencia, - costos, y --- utilización - del servicio de consulta - externa de -- una unidad de tercer nivel de atención, - haciendo un - análisis de - las prácticas laborales pa- ra medir la - eficiencia -- del personal sanitario a - través de un estudio de -- tiempos y ac- vimientos, y del análisis de líneas de espera, con - el objeto de proponer un - modelo de --- prestación de servicios de salud. Y de - manera indi- recta, con- --- tribuyendo en la gestión de los servicios de salud, --- además de --- considerar la participación de la comuni- dad.</p>
<p>3. Estudio de la producción y distribu- ción de re- cursos sani- tarios.</p>	<p>Cuantifi- cación de recursos - de salud.</p>	<p>Estudio sobre la ejecución, eficiencia, - costos, y --- utilización - del servicio de consulta - externa de -- una unidad de tercer nivel de atención, - haciendo un - análisis de - las prácticas laborales pa- ra medir la - eficiencia -- del personal sanitario a - través de un estudio de -- tiempos y ac- vimientos, y del análisis de líneas de espera, con - el objeto de proponer un - modelo de --- prestación de servicios de salud. Y de - manera indi- recta, con- --- tribuyendo en la gestión de los servicios de salud, --- además de --- considerar la participación de la comuni- dad.</p>
<p>4. Estudio de la estructura orgánica de - los sistemas- de salud.</p>	<p>Servicios- de Salud:</p> <p>1. Aten- ción Médi- ca.</p> <p>2. Asis- tencia so- cial.</p> <p>3. Salud - Pública.</p>	<p>Rendien- to del --- personal - sanitario.</p> <p>Servicios- de:</p> <p>*Consulta- externa,</p> <p>*Urgen- cias,</p> <p>*Hospita- lización,</p> <p>*Otros.</p>
<p>5. Estudio de la prestación de servicios- de salud.</p>	<p>Funciones- de:</p> <p>Planeación</p> <p>Adminis- tración, -</p> <p>Reglamen- tación y -</p> <p>Evaluación de Servi- cios de -- Salud.</p> <p>Conocer -- los costos precisos - de diver- sos servi- cios de -- salud.</p>	<p>Niveles de atención - médica:</p> <p>Primer Ni- vel.</p> <p>Segundo -- Nivel.</p> <p>Tercer Ni- vel.</p>
<p>6. Estudio -- sobre la ges- tión de los - sistemas de - salud.</p>	<p>Planeación</p> <p>Adminis- tración, -</p> <p>Reglamen- tación y -</p> <p>Evaluación de Servi- cios de -- Salud.</p> <p>Conocer -- los costos precisos - de diver- sos servi- cios de -- salud.</p>	<p>Servicios- de:</p> <p>*Consulta- externa,</p> <p>*Urgen- cias,</p> <p>*Hospita- lización,</p> <p>*Otros.</p>
<p>7. Análisis - de la base -- económica de- los sistemas- de salud.</p>	<p>Planeación</p> <p>Adminis- tración, -</p> <p>Reglamen- tación y -</p> <p>Evaluación de Servi- cios de -- Salud.</p> <p>Conocer -- los costos precisos - de diver- sos servi- cios de -- salud.</p>	<p>Servicios- de:</p> <p>*Consulta- externa,</p> <p>*Urgen- cias,</p> <p>*Hospita- lización,</p> <p>*Otros.</p>
<p>8. Determina- ción de los - resultados de programas sa- nitarios.</p>	<p>Planeación</p> <p>Adminis- tración, -</p> <p>Reglamen- tación y -</p> <p>Evaluación de Servi- cios de -- Salud.</p> <p>Conocer -- los costos precisos - de diver- sos servi- cios de -- salud.</p>	<p>Servicios- de:</p> <p>*Consulta- externa,</p> <p>*Urgen- cias,</p> <p>*Hospita- lización,</p> <p>*Otros.</p>
<p>9. Participa- ción de la -- comunidad.</p>	<p>Planeación</p> <p>Adminis- tración, -</p> <p>Reglamen- tación y -</p> <p>Evaluación de Servi- cios de -- Salud.</p> <p>Conocer -- los costos precisos - de diver- sos servi- cios de -- salud.</p>	<p>Servicios- de:</p> <p>*Consulta- externa,</p> <p>*Urgen- cias,</p> <p>*Hospita- lización,</p> <p>*Otros.</p>

T A B L A No. 2

NUMERO Y PORCENTAJE DE PACIENTES DE PRIMERA VEZ
QUE SON ACEPTADOS O RECHAZADOS A LOS SERVICIOS DEL INP
Y PACIENTES SUBSECUENTES A QUIENES SE LES HIZO EL SEGUIMIENTO
DURANTE SU ESTANCIA EN EL SERVICIO DE CONSULTA EXTERNA
DE PEDIATRIA DEL INSTITUTO

PACIENTES	PRIMERA VEZ	SUBSECUENTES	TOTAL
ACEPTADOS	120 (58.25%)	156	276
RECHAZADOS EN:			
PRECEPI	62 (30.10%)		
CLIESPI	24 (11.65%)		
RECHAZADOS	86 (41.75%)		86
TOTAL	206 (100.0%)	156	362

T A B L A No. 3

**OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES DEL SISTEMA
"SERVICIO DE CONSULTA EXTERNA" DEL I.N.P.**

SISTEMA	VARIABLE	CATEGORIAS
Servicio de Consulta Externa de Pediatria del I.N.P.	1. Pacientes.	1.1 Clasificación. a) Pacientes de Primera Vez. b) Pacientes Subsecuentes.
		1.2 Número de Pacientes. a) En el sistema (en espera de recibir el servicio, y recibiendo el servicio). b) En servicio (recibiendo - el servicio). c) En la cola (en espera de recibir el servicio).
	2. Servicio.	2.1 Tipo de Servicio. a) Pre-consulta. b) Historia clínica. c) Consulta de control. d) Enfermería somatometría. e) Clínicas de especialidad. f) Trabajo social.
		3. Prestadores del Servicio.
	4. Tiempos.	4.1 Tiempo entre llegadas de -- los pacientes.
		4.2 Tiempo del servicio.
		4.3 Tiempo de los pacientes en el sistema.
		4.4 Tiempo de los pacientes en la cola.

T A B L A No. 4
MEDIDAS DE LAS VARIABLES PARA LOS DIFERENTES
SERVICIOS DE LA CONSULTA EXTERNA DEL INP.

PACIENTES DE PRIMERA VEZ : SERVICIO DE PRE-CONSULTA

Número de pacientes (usuarios)	=	60 pacientes.
Número de médicos (prestatarios)	=	5 médicos.
Duración de la consulta (servicio)	=	4 minutos.
Tasa de servicio 1 consulta/4 minutos	=	0.025 ser./min.
Número inicial en el sistema (1)	=	60 pacientes.
Tasa de llegadas 60 pac/180 mins. (2)	=	0.33 pac./min.
Tiempo entre llegadas 1/0.33	=	3 minutos.

PACIENTES DE PRIMERA VEZ: SERVICIO CLINICAS DE ESPECIALIDAD

Número de pacientes (usuarios)	=	25 pacientes.
Número de médicos (prestatarios)	=	5 médicos.
Duración de la consulta (servicio)	=	15 minutos.
Tasa de servicio 1 consulta/15 minutos	=	0.0667 ser./min
Número inicial en el sistema	=	25 pacientes.
Tasa de llegadas 25 pac/180 mins.	=	0.1388 pac/min
Tiempo entre llegadas 1/0.1388	=	7 minutos.

PACIENTES SUBSECUENTES: SERVICIO DE CONSULTA EXTERNA

Número de pacientes (usuarios)	=	40 pacientes.
Número de médicos (prestatarios)	=	5 médicos.
Duración de la consulta (servicio)	=	20 minutos.
Tasa de servicio 1 consulta/20 minutos	=	0.05 ser./min.
Número inicial en el sistema	=	40 pacientes.
Tasa de llegadas 40 pac/210 mins.	=	0.1905 pac/min
Tiempo entre llegadas 1/0.1905	=	5 minutos.

PACIENTES SUBSECUENTES: SERVICIO DE CLINICAS DE ESPECIALIDAD

Número de pacientes (usuarios)	=	15 pacientes.
Número de médicos (prestatarios)	=	4 médicos.
Duración de la consulta (servicio)	=	20 minutos.
Tasa de servicio 1 consulta/20 minutos	=	0.05 ser./min.
Número inicial en el sistema	=	15 pacientes.
Tasa de llegadas 15 pac/60 mins.	=	0.25 pac./min.
Tiempo entre llegadas 1/0.25	=	4 minutos.

PACIENTES SUBSECUENTES: SERVICIO DE ENFERMERIA SOMATOMETRIA

Número de pacientes (usuarios)	=	40 pacientes.
Número de enfermeras (prestatarias)	=	5 enfermeras.
Duración de la consulta (servicio)	=	10 minutos.
Tasa de servicio 1 consulta/10 minutos	=	0.10 ser./min.
Número inicial en el sistema	=	40 pacientes.
Tasa de llegadas 40 pac/80 mins.	=	0.5 pac./min.
Tiempo entre llegadas 1/0.5	=	2 minutos.

- (1) Los 60 pacientes llegan en bloque y están haciendo cola antes de que se abra el servicio.
- (2) Una vez iniciado el servicio ya no se admiten pacientes, por lo que la tasa es casi cero, ya que puede haber pacientes que lleguen después y sean aceptados.

T A B L A No. 5
TABLA DE VALORES RESULTANTES DEL SISTEMA ACTUAL
DE CONSULTA EXTERNA DE PEDIATRIA DEL INP (Sep.1986).

SERVICIO	PRECEP1	CLIESP1	CEPHC1	TRASOC1	ENFSOM2	CEPHC2	CLIESP2	TRASOC2	
HORARIO DISPONIBLE DE SERVICIO.	8:00-11:00	9:20-12:20	11:15-12:15	9:15-12:45	8:00-9:20	8:30-12:00	11:00-12:00	10:15-14:15	
TIEMPO DE SERVICIO (mins.)	180	180	60	210	80	210	60	240	
DURACION PROMEDIO POR SERV. $1/\mu$ =mins.	0:04	0:13	0:40	0:10	0:10	0:20	0:20	0:15	
PRESTAT. DEL SERVICIO	Médicos Adscrit C.E.P.	MedAdsc Subespc ResdCEP	Medic. Resid. C.E.P.	Trabajadoras Social.	Enfermeras.	MedAdsc. C.E.P. ResdCEP	MedAdsc Subespc ResdCEP	Trabajadoras Social.	
No. DE PRESTATAR.	5	5	5	5	5	5	4	5	
No. PROMEDIO PACIENT. **	60	25	2	30	40	40	15	20	
PACIENT. POR PRESTATAR.	12	5	0.4	6	8	8	3.75	4	
TIPO DE PACIENTES	Primera Vez	Primera Vez	Primer Vez	Primera Vez	Subsec.	Subsec.	Subsec.	Subsec.	
TASA DE LLEGADAS $1/\lambda$	0.3300	0.1388	0.0330	0.1428	0.5000	0.1905	0.2500	0.0833	
TIEMPO ENTRE LLEGADAS $1/\lambda$	3	7	30	7	2	5	4	12	
TASA DE SERVICIO μ	0.2500	0.0667	0.0250	0.1000	0.1000	0.0500	0.0500	0.0667	
TIEMPO TOTAL DE SERVICIO					=	1,220 mins.			
No. DE CONSULTAS OTORGADAS					=	20:20 hrs.			
No. PROMEDIO PACIENTES/PRESTATARIO					=	232 consultas.			
					=	5.95 pacientes/prestatario.			

- * Los médicos residentes están presentes en el servicio de CLIESP1- para cumplir el objetivo de formación y enseñanza.
 ** Los resultados mostraron que se aceptan a los pacientes el 58.25% a los servicios de PRECEP1 y CLIESP1.

T A B L A No. 6
TABLA DE LOS PARAMETROS RESULTANTES DE LOS SIMULACROS
DE LOS MODELOS DE LINEAS DE ESPERA DEL SISTEMA ACTUAL
DE LA CONSULTA EXTERNA DE PEDIATRIA
PARA LOS PACIENTES DE PRIMERA VEZ Y SUBSECUENTES DEL INP

SERVICIO	PRECEP1	CLIESP1	CEPHC1	TRASOC1	ENFSOM2	CEPHC2	CLIESP2	TRASOC2
TIEMPO ENTRE LLEGADAS	3	7	30	7	2	5	4	12
DURACION SERVICIO	4	15	40	10	10	20	20	15
No.PRESTA.	5	5	5	5	5	5	4	5
No.PACIEN.	60	25	2	30	40	40	15	20
No.INICIAL EN SISTEMA	60	25	2	30	40	40	15	20
DISPONIB. DEL SERVC.	180	180	60	210	80	210	60	240
R E S U L T A D O S D E L A S I M U L A C I O N								
TIEMPO DE SIMULACION	181	197	83	210	149	303	159	241
NUMERO DE LLEGADAS	60	26	5	26	41	44	12	21
NUMERO DE RETIROS	0	0	0	0	0	0	6	0
MAX.LARGO DE COLA	55	22	0	25	38	38	15	17
	PROMEDIOS	DETERMINADOS			POR		SIMULACION	
No.PACIEN. EN COLA	8.26	5.22	0.00	3.18	31.18	29.92	13.29	1.92
No.PACIEN. EN SERVIC.	2.46	3.19	3.21	2.15	5.00	5.00	4.00	2.10
No.PACIEN. EN SISTEMA	10.72	8.41	3.21	5.33	36.18	34.92	17.29	4.02
TIEMPO EN LA COLA	12.13	18.24	0.00	11.49	40.52	85.30	46.31	11.17
TIEMPO EN SERVICIO	3.67	12.24	32.35	7.78	8.79	17.25	21.65	12.24
TIEMPO EN SISTEMA	15.80	30.48	32.35	19.27	49.31	102.55	67.96	23.41
% UTILIZ.	49.20	63.77	64.28	43.07	100.00	100.00	100.00	41.93

T A B L A No. 7
 TABLA DE VALORES PROPUESTOS PARA EL SISTEMA DE CONSULTA
 EXTERNA DE PEDIATRIA DEL I.N.P. (Abril, 1988).

SERVICIO	PRECEP1	CLIESP1	ENFSOM1	CEPHC1	TRASOC1	ENFSOM2	CEPCON2	CLIESP2	
HORARIO DISPONIBIL. DE SERVICIO.	8:00-9:00	9:00-11:00	9:00-12:00	10:00-13:00	9:00-14:00	8:00-9:00	9:00-11:00	11:00-12:00	
TIEMPO DE SERVICIO (mins.)	60	120	180	180	300	60	120	60	
DURACION PROMEDIO POR SERV. 1/μ=mins.	0:04	0:15	0:10	0:20	0:15	0:10	0:20	0:20	
PRESTAT. DEL SERVICIO	MedAds C.E.P. ResdCEP	MedAdsc Subespc ResdCEP *	Enfer-- meras.	Medic. Resid. C.E.P.	Traba- jadoras Social.	Enfer-- meras.	Médicos Adscrit C.E.P.	MedAdsc Subespc ResdCEP	
No. DE PRESTATAR.	5	5	5	5	5	5	5	4	
No. PROMED. PACIENT.**	60	30	45	45	60	10	10	10	
PACIEN.POR PRESTATAR.	12	6	9	9	12	2	2	2.5	
TIPO DE PACIENTES	Primera Vez	Primera Vez	Primera Vez	Primera Vez	Primera Vez	Subsec.	Subsec.	Subsec.	
TASA DE LLEGADAS	1	0.2500	0.2500	0.2500	0.2000	0.1667	0.0830	0.1667	
TIEMPO ENTRE LLEGADAS 1/λ	1	4	4	4	5	6	12	6	
TASA DE SERVICIO μ	0.2500	0.0667	0.1000	0.0500	0.0667	0.1000	0.0500	0.0500	
TIEMPO TOTAL DE SERVICIO					=	1,080 mins.			
					=	18:00 hrs.			
No. DE CONSULTAS OTORGADAS					=	270 consultas.			
No. PROMEDIO PACIENTES/PRESTATARIO					=	6.92 pacientes/prestatario.			

* Los médicos residentes están presentes en los servicios de PRECEP1 y CLIESP1 para cumplir el objetivo de formación y enseñanza.

** Se tiene contemplado que se acepten al 80.0% de los pacientes que acuden a PRECEP1 y a CLIESP1.

T A B L A No. B
TABLA DE LOS PARAMETROS RESULTANTES DE LOS SIMULACROS
DE LOS MODELOS DE LINEAS DE ESPERA DEL SISTEMA PROPUESTO
PARA LA CONSULTA EXTERNA DE PEDIATRIA
PARA LOS PACIENTES DE PRIMERA VEZ Y SUBSECUENTES DEL INF

SERVICIO	PRECEP1	CLIESP1	ENFSOM1	CEPHC1	TRASOC1	ENFSOM2	CEPCON2	CLIESP2
TIEMPO ENTRE LLEGADAS	1	4	4	4	4	4	12	6
DURACION SEVICIO	4	15	10	20	15	10	20	20
No. PRESTA.	5	5	5	5	5	5	5	4
No. PACIEN.	60	30	45	45	60	15	10	10
No. INICIAL EN SISTEMA	0	0	0	0	0	0	0	0
DISPONIB. DEL SERVC.	60	120	180	180	300	60	120	60
R E S U L T A D O S D E L A S I M U L A C I O N								
TIEMPO DE SIMULACION	64	145	198	226	328	72	142	100
NUMERO DE LLEGADAS	65	28	52	50	68	13	13	12
NUMERO DE RETIROS	0	0	0	0	0	0	0	0
MAX. LARGO DE COLA	4	4	3	11	4	0	0	1
	PROMEDIOS		DETERMINADOS		POR	SIMULACION		
No. PACIEN. EN COLA	0.30	0.29	0.18	1.67	0.31	0.00	0.00	0.02
No. PACIEN. EN SERVIC.	3.39	2.75	2.42	3.60	3.03	1.58	1.58	2.30
No. PACIEN. EN SISTEMA	3.69	3.04	2.60	5.27	3.24	1.54	1.58	2.32
TIEMPO EN LA COLA	0.27	1.14	0.62	8.34	1.28	0.00	0.00	0.08
TIEMPO EN SERVICIO	3.20	13.25	9.00	17.04	13.29	9.35	18.69	17.80
TIEMPO EN SISTEMA	3.47	14.39	9.62	25.38	14.57	9.35	18.69	17.88
% UTILIZ.	67.78	55.09	48.47	72.03	60.64	31.53	31.53	57.52

T A B L A No. 9

COMPARACION DE LOS PARAMETROS DE LAS SIMULACIONES
DE LOS MODELOS DE LINEAS DE ESPERA
DEL SISTEMA ACTUAL (Datos Observados)
CON EL SISTEMA PROPUESTO (Datos Esperados),
PARA EL SISTEMA DE CONSULTA EXTERNA DE PEDIATRIA DEL INP.

PACIENTES	PARAMETROS	DATOS OBSERVADOS	DATOS ESPERADOS	DIFERENCIA EN PORCENTAJE
PRIMERA VEZ	Lq	16.66	2.75	-83.50
	Lw	11.01	15.19	27.5
	Ls	27.67	17.94	-35.2
	Tq	41.86	11.65	-72.2
	Tw	56.04	55.88	- 0.003
	Ts	97.90	67.53	-31.1
SUBSECUENTES	Lq	76.31	0.02	-99.9
	Lw	16.10	5.46	-66.1
	Ls	92.41	5.48	-94.1
	Tq	183.30	0.08	-99.9
	Tw	59.93	45.84	-23.5
	Ts	243.23	45.92	-81.1

Lq = NUMERO DE PACIENTES EN LA COLA
 Lw = NUMERO DE PACIENTES EN SERVICIO
 Ls = NUMERO DE PACIENTES EN EL SISTEMA
 Tq = TIEMPO ESPERADO EN LA COLA (Mins.)
 Tw = TIEMPO ESPERADO DE SERVICIO (Mins.)
 Ts = TIEMPO ESPERADO EN EL SISTEMA (Mins.)

T A B L A N o . 1 0

**COMPARACION DE LOS TIEMPOS Y PORCENTAJES DE SERVICIO,
DE ESPERA Y EN EL SISTEMA;
ENTRE EL SISTEMA ACTUAL Y EL SISTEMA PROPUESTO,
PARA LA CONSULTA EXTERNA DE PEDIATRIA DEL I.N.P.**

	TIEMPO PROM. DE SERVICIO.	TIEMPO PROM. DE ESPERA.	TIEMPO PROM. EN EL SISTEMA.
SISTEMA ACTUAL			
PRIMERA VEZ ACEPTADOS	1:21 hrs. (27.8%)	3:30 hrs. (72.2%)	4:51 hrs. (100 %)
SUBSECUENTES	1:22 hrs. (37.3%)	2:18 hrs. (62.7%)	3:40 hrs. (100 %)
SISTEMA PROPUESTO			
PRIMERA VEZ	1:33 hrs. (65.0%)	0:50 hrs. (35.0%)	2:23 hrs. (100 %)
SUBSECUENTES	1:22 hrs. (70.7%)	0:34 hrs. (29.3%)	1:56 hrs. (100 %)

APENDICE "A"

NOTACION EN LA TEORIA DE COLAS

- T_q Tiempo de cola de un usuario, se define como el tiempo que transcurre desde que el usuario entra en el sistema hasta el momento en que principia su servicio (Excluye el tiempo de servicio). Se denota también: $W_q = E(W_q)$.
- T_s Tiempo de espera, se define como el tiempo desde que entra en el sistema hasta que termina su servicio, (Incluye el tiempo de servicio). Se denota: $W = E(W)$.
- L_q Longitud esperada de la cola, es decir el número de usuarios formados en la cola: $L_q = \lambda W_q$.
- L_s Número esperado de usuarios en el sistema: $L = W$, es decir, esperando en la cola y recibiendo el servicio.
- $N(t)$ Número total de usuarios que llegan al sistema hasta el tiempo t , donde $t > 0$.
- P_n Probabilidad de que se encuentren exactamente n usuarios en el sistema de colas.
- $P_n(t)$ Probabilidad de que haya " n " usuarios en el sistema en el instante " t ", suponiendo que el sistema empezó su operación en $t = 0$.
- S Número de estaciones de servicio, o número de servidores (canales de servicio en paralelo) en el sistema de colas.
- $P_m(t)$ Probabilidad de que en el momento " t " de arribo a la cola se encuentren " m " personas en el sistema, " s " recibiendo servicio, en el caso de s ($s \geq 1$) servidores, y $m-s$ formados en la cola.
- $P_o(t)$ Probabilidad de que en el momento " t " de arribo a la cola, el sistema se encuentre vacío.
- λ_n Tasa media de llegadas (número esperado de llegadas por unidad de tiempo) de usuarios nuevos o cuando se encuentran " n " usuarios en el sistema.

- μ_n Tasa media de servicio para el sistema en conjunto (número esperado de usuarios a los que se les completa el servicio por unidad de tiempo) cuando se encuentran "n" usuarios en el sistema. μ_n representa la tasa combinada a la cual todos los servidores ocupados (aquellos que están dando servicio a los clientes) logran completar los servicios.
- λ Tasa de llegadas. Cuando λ_n es una constante para toda "n", esta constante se denota por λ , es decir el número promedio de llegadas al sistema por unidad de tiempo.
- μ Tasa de servicio. Cuando la tasa media de servicio μ_n por servidor ocupado es una constante para toda $n \geq 1$, esta constante se denota " μ ". En este caso $\mu_n = S\mu$ cuando $n \geq s$, de modo que todos los "S" servidores están ocupados. " μ " se explica como el número promedio de servicios por unidad de tiempo.
- $1/\lambda$ Tiempo esperado entre llegadas. Es el tiempo que transcurre entre dos llegadas consecutivas.
- $1/\mu$ Tiempo esperado de servicio. Es el tiempo promedio de servicio de un usuario.
- $\rho = \lambda/\mu$ Factor de utilización del sistema con un servidor, o intensidad del tráfico. Corrientemente es la razón de la tasa de ingreso a la tasa de servicio.
- $\rho_s = \lambda/S\mu$ Factor de utilización de un sistema con servidores múltiples. Es la fracción esperada de tiempo en que los servidores están ocupados, porque $\lambda/S\mu$ representa la fracción de la capacidad de servicio del sistema $S\mu$ que está siendo utilizada, en promedio, por los usuarios que llegan.
- μ_s Utilización promedio de cada uno de los S servidores, para $S \geq 1$, dada en porcentaje de tiempo.

APENDICE "B"

ALGUNOS MODELOS DE LINEAS DE ESPERA

La siguiente nomenclatura se debe al investigador británico D. Kendall, que introdujo en 1953 una notación programática para representar diferentes modelos de colas con estaciones en paralelo, y disciplina: "primero que llega, primero que se atiende". Esta notación tiene la forma: a/b/c; y se basa en las distribuciones de las llegadas y del servicio y en el número de estaciones. Más tarde, Lee en 1966 complementó esta lista en la siguiente forma: a/b/c; d/e/f donde:

- a : Indica la distribución de los intervalos entre llegadas.
- b : Indica la distribución de la duración de los servicios.
- c : Es el número de las estaciones de servicio en paralelo en el sistema, o también el número de servidores en paralelo en el sistema.
- d : Disciplina del servicio.
- e : Máximo número de usuarios que pueden estar en el sistema, esperando y recibiendo servicio.
- f : La fuente de generación de usuarios.

Se utilizan los siguientes códigos para los símbolos a y b:

- M : Llegada con distribución de Poisson y servicio distribuido exponencialmente.
- D : Distribución de llegadas o servicios determinísticos constantes.
- E : Llegadas y servicios distribuidos respectivamente con distribución de Erlang y gama.
- GI : Llegadas con una distribución general independiente.
- G : Servicios con una distribución general arbitraria.

Para el símbolo d se utiliza el siguiente código:

- FSFC : Primero que llega, primero que se le proporciona el servicio.
- LCFS : Ultimo que llega, primero que se le proporciona el servicio.
- STRO : Servicio en orden aleatorio.
- GD : Disciplina general de servicio.
- NPRP : Servicio prioritario no abortivo.
- PRP : Servicio prioritario abortivo.

Como puede apreciarse pueden existir diversos modelos de líneas de espera, tantos como el número de combinaciones de pautas de llegada, mecanismos de servicio y disciplina de la cola. A manera de ejemplo, algunos de los modelos más usuales, utilizando la notación de Kendall son los siguientes:

Modelo M/M/S, el cual es un modelo con llegadas y servicios exponenciales (markovianos, poissonianos) y S estaciones de servicio.

Modelo M/G/S, el cual es un modelo con llegadas poissonianas, servicio con distribución general arbitraria y S estaciones de servicio.

Modelo GI/M/S, el cual es un modelo con distribución general independiente de llegadas, servicio exponencial y S estaciones de servicio.

Modelo D/M/1, en este modelo los intervalos entre llegadas son constantes, el servicio es exponencial y una estación de servicio.

Modelo M/D/1, en este modelo las llegadas son exponenciales y el servicio es de duración constante y una estación de servicio.

APENDICE "C"

I N S T R U M E N T O S
P A R A R E C O L E C T A R
L O S D A T O S

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES IZTACALA
U.N.A.M.
MAESTRIA DE INVESTIGACION DE SERVICIOS DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRIA
Servicio de Consulta Externa
Seguimiento de Pacientes de Primera Vez

	Ficha _____	Número de acompañantes _____				
	Paciente _____					
I	Hora de llegada al INP _____					
	Hora de entrega de preficha _____					
	Hora de entrega de ficha _____					
	Preconsulta CEP Valoración:					
II	Referencia externa	()				
	Referencia interna	()				
	Interrogatorio	()				
	Exploración física	()				
	Otros:	()				

	¿Aceptado el paciente al INP?					
	si ()	no ()				
	Se indica:		Referido:			
	Expediente ()	Folio ()	1er. nivel ()	2o. nivel ()		
	Hora de inicio _____	Hora de término _____	Consultorio _____			
III	Hora en que pasa a caja a pagar CEP _____					
	Hora en que pasa a caja a pagar consulta de especialidades clínicas _____					
	Valoración en las clínicas:					
IV	Especialidad	Hora de inicio	Hora de término	Consultorio	Aceptado al INP si	no
	_____	_____	_____	_____	()	()
	_____	_____	_____	_____	()	()
	_____	_____	_____	_____	()	()
	_____	_____	_____	_____	()	()

V Hora de registro de datos para historia clínica _____

VI Enfermería somatometría hora de inicio _____ hora de término _____

VII Historia clínica: corta () larga ()
Prescripción médica: si () no ()
Hospitalización: si () no ()
Hora de internamiento _____
Hora de inicio _____ Hora de término _____ Consultorio _____

VIII Hora de registro de expediente _____

IX Trabajo Social:
Cuenta el paciente con Servicio Médico si () no ()
Especifique _____
Hora de inicio _____ Hora de término _____ Consultorio _____

X Hora de entrega de carnet y credencial _____

XI Hora de recepción de Enfermería _____
Cita Médica de _____ Fecha programada _____

XII Hora de llegada a laboratorio para solicitar cita _____
Estudio _____ Fecha programada _____

XIII Hora de llegada a Gabinete para solicitar cita _____
Hora _____ Estudio _____ Fecha programada _____

XIV Hora de salida del INP _____

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES IZTACALA
U.N.A.M.
MAESTRIA EN INVESTIGACION DE SERVICIOS DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRIA

Servicio de Consulta Externa
Seguimiento de Pacientes Subsecuentes

I	Nombre del paciente _____ Hora de llegada al INP _____ Hora de cita a CEP _____ Número de acompañantes _____
II	Hora en que entrega el carnet a recepción de Enfermería _____
III	Hora en que pasa a caja a pagar CEP _____
IV	Enfermería Somatometría Hora de inicio _____ Hora de término _____ Consultorio _____
V	Consulta externa de Pediatría Hora de inicio _____ Hora de término _____ Consultorio _____ Paciente con expediente () Folio () Interrogatorio () Exploración física () Prescripción médica: si () no () Requiere exámenes: Laboratorio () Gabinete () Interconsulta: si () no () Tiempo estimado de la interconsulta: _____ Requiere hospitalización: si () no () Hora de internamiento _____
VI	Clínica especialidad de _____ Hora de inicio _____ Hora de término _____ Consultorio _____

	Hora de recepción de Enfermería _____	
	Cita médica de:	Fecha programada
VII	_____	_____
	_____	_____
	_____	_____

VIII	Hora de registro de expediente _____
------	--------------------------------------

IX	Trabajo Social		
	hora de inicio _____	Hora de término _____	Consultorio _____

X	Hora de entrega de credencial _____
---	-------------------------------------

	Hora de llegada a laboratorio para solicita cita _____	
	Estudio	Fecha programada
XI	_____	_____
	_____	_____
	_____	_____

	Hora de llegada a Gabinete para solicitar cita:		
	Hora	Estudio	Fecha programada
XII	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
	_____	_____	_____

XIII	Hora de salida del INP _____
------	------------------------------

APENDICE "D"

FORMULARIO

Coeficiente de correlación de rangos de Spearman.

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Coeficiente de confiabilidad de Kuder-Richardson KR 20

$$KR\ 20 = r_{tt} = \frac{n}{n-1} \frac{\sum S_t^2 - \sum S^2 t}{S^2 t}$$

Media muestral.

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

Función de probabilidad para la distribución de Poisson.

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

Función de probabilidad para la distribución Exponencial.

$$f(x) = \mu e^{-\mu x}$$

Diferencia máxima para la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov.

$$D = \sup_x |F_M(x) - F_T(x)|$$

Coeficiente de correlación "r" de Pearson.

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

Coeficiente de determinación.

$$r^2 = \frac{\sum (Y_c - \bar{Y})^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}$$