

**Universidad de Matanzas  
“Camilo Cienfuegos”  
Facultad de Ciencias Económicas e Informáticas**



**Tesis en opción al grado de Máster en  
Administración de Empresas**

**Mención: Administración de Negocios**

**Título:** “Herramientas de la Investigación de Operaciones para abordar problemas de decisión en el proceso quirúrgico del Hospital Julio M. Aristegui Villamil.”

**Autor:** MSc. Adriana Delgado Landa

**Tutores:** Dr.C Arialys Hernández Nariño

Dr.C Ernesto Negrin Sosa

**Enero 2013**

## **Dedicatoria**

Quiero dedicar esta tesis de maestría:

- A mi madre que es el tesoro máspreciado que poseo.
- A mis hermanos a quienes amo.
- A mi familia que es mi refugio en los momentos más difíciles.
- A mi esposo que es mi apoyo y mi vida misma.
- A mis mejores amigas por estar siempre compartiendo momentos conmigo.
- Y a alguien indescriptiblemente especial para mí, mi fuerza, mi orgullo, mi razón de ser y existir, **mi hijo**.

## **Agradecimientos**

Son muchas las personas a quien quiero agradecer:

- A mi familia por apoyarme en todo.
  - A todos mis profesores queridos y compañeros de aula.
  - A mis tutores no solo por enseñarme tantas cosas y guiarme en la realización de esta tesis, sino también por ser grandes seres humanos, admirables profesores.
  - A todos mis compañeros de trabajo a quienes aprecio infinitamente y de los que aprendo cada día algo nuevo.
  - A todos los que de una manera u otra me ayudaron en el desarrollo de esta investigación.
  - A la dirección Hospital Julio M. Aristegui Villamil que me abrieron sus puertas.
  - A todos los que colaboraron y asesoraron en la investigación que no puedo dejar de mencionar, ellos son:
    1. A la Doctora Niurka Moreno, imposible describir con palabras toda su colaboración, dedicación y disposición de ayudar, sin ella no hubiese sido posible este sueño.
    2. A la MSc. Odalys Falcón Acosta experimentada profesora de Investigación de Operaciones, quien asesoró en el modelo de programación lineal aplicado.
- A todos, muchísimas gracias.

## **Pensamiento**

La preocupación por el hombre y su destino siempre debe constituir el interés principal de todos los esfuerzos técnicos, la preocupación por los grandes problemas no resueltos de la organización del trabajo y la distribución de los bienes, para que las creaciones de nuestra mente sean una bendición y no una calamidad para la humanidad. Nunca olvides esto en medio de tus diagramas y ecuaciones.

***Albert Einstein***

## **Declaración de autoridad**

Yo, Adriana Delgado Landa, declaro que soy la única autora de esta tesis en opción al grado de Máster y autorizo a la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos” a hacer uso de la misma, para la finalidad que estime conveniente.

---

MSc. Adriana Delgado Landa

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

\_\_\_\_\_  
**Presidente del tribunal**

\_\_\_\_\_  
**Miembro**

\_\_\_\_\_  
**Miembro**

**Lugar y fecha:** \_\_\_\_\_

## **Resumen**

El empleo de herramientas novedosas en la toma de decisión en las organizaciones de salud, adecuadas a las características del entorno y basadas en las mejores y avanzadas prácticas contemporáneas constituye un importante arsenal para resolver problemas de decisión. Sin embargo el escaso uso de herramientas de la Investigación de Operaciones en el proceso quirúrgico para abordar los problemas de decisión en el Hospital General Docente Julio M. Aristegui Villamil constituye precisamente el problema científico. Por ello el objetivo general de esta investigación es aplicar herramientas de la Investigación de Operaciones en el proceso quirúrgico para abordar los problemas de decisión en el mencionado hospital.

A partir de un diagnóstico se detectan problemas de decisión en los procesos quirúrgicos. El primer problema abordado es el de ¿cómo medir cuantitativamente el desempeño del proceso quirúrgico en el hospital? En este sentido se realiza una evaluación del desempeño quirúrgico electivo a partir de la implementación de un índice integral que agrupa los indicadores del hospital y permite detectar un grupo de deficiencias en el empleo de los mismos. El segundo problema abordado se refiere al análisis de la capacidad para realizar las operaciones electivas y la relación con la existencia de la lista de espera. Se construye un modelo de programación lineal y se procesa en el WinQSB permitiendo programar o planear cuantas cirugías de cada tipo se deben realizar en los diferentes salones, para lograr optimizar el número de cirugías totales en un mes, teniendo en cuenta el conjunto de restricciones que tiene el hospital.

## Índice

Introducción.....	1
Capítulo 1. Marco teórico referencial sobre problemas de decisión en organizaciones hospitalarias y la Investigación de Operaciones como herramienta para su gestión.....	8
1.1 Introducción.....	8
1.2 Problemas de decisión en las organizaciones.....	8
1.3 Investigación de Operaciones como ciencia.....	11
1.3.1 Riesgo, aplicación e impacto de la Investigación de Operaciones.....	13
1.3.2 Principales herramientas o modelos de la Investigación de Operaciones.....	15
1.4 Características y generalización de los servicios y de las organizaciones que brindan estos.....	18
1.5 Servicios de salud. Relevancia de la organización hospitalaria.....	20
1.6 Servicios de salud en Cuba.....	23
1.7 Conclusiones del capítulo.....	28
Capítulo 2. Herramientas de la Investigación de Operaciones para abordar problemas de decisión en organizaciones hospitalarias.....	29
2.1 Introducción.....	29
2.2 Metodología de la Investigación de Operaciones.....	29
2.3 Índice integral de desempeño de procesos hospitalarios como herramienta para evaluar.....	33
2.4 Modelo de Programación Lineal (PL).....	37
2.4.1 Pasos para la construcción de un modelo de programación lineal.....	39
2.5 Técnicas para la recolección y procesamiento de información y datos.....	43
2.6 Conclusiones del capítulo.....	48
Capítulo 3. Resultados y análisis de la aplicación de la Investigación de Operaciones a los problemas de decisión en el proceso quirúrgico.....	49
3.1 Introducción.....	49
3.2 Caracterización del Hospital Julio M. Aristegui Villamil.....	49
3.2.1 Caracterización del proceso quirúrgico electivo.....	50
3.3 Selección del equipo de trabajo (expertos) de la investigación.....	51

3.4 Identificación y descripción de los problemas de decisión en el proceso quirúrgico electivo del Hospital Julio M. Aristegui Villamil.....	53
3.5 Solución a la problemática (3): medición del desempeño del proceso quirúrgico electivo mediante la obtención de un índice integral.....	54
3.5.1 Deficiencias detectadas en el manejo de los 5 indicadores estudiados.....	60
3.6 Solución a la problemática (4): Análisis de la capacidad para realizar las operaciones electivas y la existencia de lista de espera.....	61
3.7 Análisis sobre las posibles estrategias en el proceso quirúrgico electivo para eliminar la lista de espera.....	65
3.7.1 Análisis de las posibilidades reales del cumplimiento de la relación entre urgencias y electivas.....	65
3.7.2 Análisis de problemas de suministros y otros que ocurrieron en el primer semestre del 2012.....	66
3.7.3 Análisis de las causas de urgencia y la lista de espera para establecer correspondencia entre las patologías. (Primer semestre de 2012).....	67
3.8 Conclusiones del capítulo.....	69
Conclusiones de la investigación.....	70
Recomendaciones.....	71
Bibliografía.....	72
Anexo.....	78

## **Introducción**

En el ambiente socioeconómico actual, altamente competitivo y complejo, los métodos tradicionales de toma de decisiones resultan relativamente inoperantes, pues los responsables de dirigir las actividades en las diferentes organizaciones de servicios se enfrentan a situaciones complicadas y dinámicas, que requieren de soluciones creativas y prácticas apoyadas en una base cuantitativa sólida. De ahí la notable importancia que tiene el proceso de toma de decisiones en las entidades, por lo que las estrategias y políticas seguidas por estas se encaminan a la mejora de la competitividad, lo cual va más allá de su entorno inmediato proyectado en la búsqueda de las mejores prácticas que garanticen un mayor desempeño. (Delgado Landa, 2010/a)

Los modelos matemáticos son herramientas aceptadas por los directivos de todo el mundo para la toma de decisiones efectiva, por múltiples razones: son menos costosos, están contruidos para problemas de gestión empresarial, exige a los directivos ser concretos acerca de las restricciones y objetivos de un problema, pueden reducir el tiempo necesario para la toma de decisiones, aunque es conveniente destacar que su utilización se ha visto limitada en las entidades cubanas.

La toma de decisiones es un proceso que se inicia con la observación o reconocimiento de un problema que es necesario resolver, procediendo a definirlo, a formular un objetivo, reconocer las limitaciones o restricciones, a generar alternativas de solución y evaluarlas a partir de múltiples criterios hasta decidir la mejor solución. Este proceso puede enfocarse cuantitativamente aun cuando los criterios en la decisión sean cualitativos como muchas veces ocurre.

La palpable dificultad de tomar estas decisiones ha hecho que los directivos de hoy se dirijan a la búsqueda de una ciencia que le permita tomar las mejores decisiones de acuerdo a los recursos disponibles y a los objetivos que persiguen, su nombre es: Investigación de Operaciones (IO). Esta suministra una base cuantitativa para la toma de decisiones, permitiendo a los decisores elevar su habilidad para hacer planes futuros, aplicando herramientas y modelos económicos matemáticos con el fin de obtener el óptimo resultado del uso de los recursos escasos y siendo considerada ella misma como una herramienta al servicio de otras disciplinas.

Actualmente la IO se aplica en muchas actividades que van más allá de las aplicaciones militares e industriales, como hospitales, instituciones financieras, bibliotecas, planeación urbana, sistemas de transporte y sistemas de comercialización. Cada día es más amplia el área gerencial donde se aplican herramientas para las decisiones empresariales, incrementándose el uso de los modelos matemáticos para analizar y predecir las dinámicas y controles en la toma de decisiones.

Resulta palpable que en las últimas dos décadas, a raíz del surgimiento de novedosas técnicas matemáticas y computacionales para abordar problemas complejos dentro del campo de la programación matemática y la optimización, la IO avanza a pasos agigantados, siendo hoy una disciplina de gran robustez pues aborda la solución de considerable cantidad de problemas en diversas áreas de las empresas.

Actualmente esta ciencia se enfoca en el estudio de modelos matemáticos de difícil solución, generalmente característicos de problemáticas reales que afectan la economía de una región, país e incluso problemas a nivel mundial. Un alcance de tales dimensiones conduce a estrategias novedosas de modelación que pueden desembocar fácilmente en modelos matemáticos de considerable dificultad, que vienen a llamarse problemas de gran escala.

Empiezan a observarse en estos complejos modelos, elementos generalmente complicados como lo son las no-linealidades, las regiones no-convexas, funciones objetivo no-diferenciables y especialmente aspectos relacionados con incertidumbre y riesgo. Para contrarrestar esto se ha venido desarrollando el Análisis Cluster enfocado en el Análisis Multivariado Aplicado y el desarrollo de Procesos Estocásticos. Estos dos aspectos originan modelos matemáticos estocásticos cuya solución “óptima” no es algo fácil de conseguir.

Las herramientas que brinda la IO puede ponerse a disposición no solo del sector empresarial sino también del sector hospitalario teniendo en cuenta que, tal como plantea Ruiz Iglesias (2004), los servicios de salud se ven sometidos a importantes presiones producto a los elevados costos de los insumos, los altos costos financieros, y la necesidad imperiosa de prestar cada día mayores y mejores servicios.

La salud se reconoce en Cuba como una de sus principales conquistas; el alcance de altos niveles de salud y calidad de vida es uno de los logros de mayor repercusión

política y social del país, y su prestigio sobrepasa las fronteras nacionales. Independientemente a la situación económica por la que atraviesa el país, es constante la dedicación de grandes esfuerzos para poder mantener y ampliar la actividad de la salud, tal es así que representa uno de los sectores que recibe mayor presupuesto del estado, al igual que la educación y la asistencia social, entre otros.

Cuba se ha visto obligado a mejorar a toda costa los servicios de salud haciendo énfasis en los servicios hospitalarios por el desarrollo que van alcanzando estos a nivel mundial. Una de las practicas gerenciales propuestas en el diagnóstico efectuado por el Sistema Nacional de Salud (SNS) en el 1996 fue la de incorporar a la gestión hospitalaria herramientas para la planificación y el control, funciones importantes dentro del perfeccionamiento hospitalario que cobra auge en los últimos tiempos. (González Pérez, 1997)

Si bien el sector de la salud en Cuba dispone de profesionales muy calificados en disciplinas médicas, que se valoran dentro de los de primera línea, y se realizan inversiones costosas para garantizar tecnología de avanzada, diversas investigaciones han confirmado que aún existe un tremendo arsenal de oportunidades de mejora en los servicios que se brindan, pues no se aplican metodologías de gestión hospitalaria, la utilización de los recursos aun no es óptima y en general la interacción entre todos los procesos que se desarrollan en estas entidades no es cohesionada e integral, hechos que valorados de conjunto poseen un alto impacto por sus consecuencias económicas y sociales. (Espinosa Martínez et al, 2006)

Es incuestionable que garantizar la calidad de los servicios de salud es una obligación de todos los que tienen la responsabilidad de asegurar y brindar atención médica. Para la sociedad cubana, el mejoramiento permanente de la calidad de la atención médica ha constituido una premisa que se convirtió en un principio de gestión y por tanto pasó a ser un reto para los trabajadores de este sector por lo que demanda grandes esfuerzos para su asimilación y puesta en marcha.

Los sistemas en el área de salud son dinámicos y de gran complejidad, pues involucran diversos procesos fuertemente interrelacionados e influenciados por eventos aleatorios. Este escenario impone serias dificultades para estudios analíticos del problema, lo que hace que los modelos de la IO sean herramientas factibles. Además, con la evolución

de la tecnología de la información, existe la disponibilidad de computadoras con una capacidad de procesamiento cada vez mayores apoyado por una extensa gama de software de apoyo a la toma de decisiones (Gonzalves, et al, 2005).

Por tanto, todo el esfuerzo que se desarrolle para que los servicios médicos asistenciales que se brinden en los hospitales satisfagan las necesidades de los pacientes con eficiencia, eficacia y calidad, resulta de gran importancia. En este sentido las organizaciones hospitalarias apuestan por la introducción de técnicas y herramientas de gestión adaptadas del sector industrial y de los servicios al ámbito en cuestión. (Hernández Nariño, 2010)

El control de los recursos aliado a la eficiencia en su utilización es fundamental en el ajuste de la capacidad de los servicios médicos ofrecidos a la demanda, para asignar adecuadamente los recursos y reducir ineficiencias y desperdicios en la utilización de la capacidad disponible. Un caso bien explícito de lo planteado es el trabajo desarrollado en la Universidad Central de Las Villas (Cuéllar Madrigal et al, s.a), sobre la elaboración de un procedimiento de planeación, programación y control (PPC) de las intervenciones quirúrgicas en los servicios hospitalarios a través del enfoque de procesos y el empleo combinado de técnicas matemáticas y métodos de prueba y error, de la Investigación de Operaciones y la estadística, en lo cual se demostró la posibilidad de elaborar un procedimiento para la planeación, programación y control de las intervenciones quirúrgicas que mejora los indicadores hospitalarios y logra la disminución de los costos asociados a los mismos.

Las organizaciones hospitalarias están insertadas en un contexto donde los costos son cada vez más elevados, la demanda por la calidad es cada vez mayor y aumenta la presión por mejorar la atención al paciente. Para revertir esta situación y mejorar el desempeño de las entidades hospitalarias, se pueden utilizar disímiles métodos y herramientas de la IO que garanticen la mayor eficiencia y calidad posible en los servicios que se brindan.

Existen un grupo de acciones en la gestión hospitalaria, encaminadas a la reducción de las listas de espera quirúrgicas, la disminución de la estadía hospitalaria, la reducción de las camas hospitalarias ociosas en no menos del 10%, el incremento de los ingresos

en divisas por diferentes conceptos, y la satisfacción de la población con el sistema de salud. (González Pérez, 1997)

Esta situación se apoya en el comportamiento de indicadores de desempeño del sistema a nivel nacional entre 2000 y 2009, tales como la mortalidad materna (entre 55.7 y 61 por 10000 nacidos vivos), la estadía hospitalaria (entre 9.4 y 9.1 días), la tasa de infecciones intrahospitalarias (entre 2.4 y 3.6<sup>1</sup> por cada 100 egresos), el índice ocupacional (entre 69.4% y 68%) y el porcentaje de cesáreas por nacimientos (28.5%). (Hernández Nariño, 2010; Morillas Mellor, 2011).

Todos estos indicadores ayudan a identificar la necesidad de analizar el funcionamiento de estas organizaciones en función de la utilización de los recursos, la incidencia de malas prácticas clínicas, de procesos ineficientes y la deficiente organización de los servicios, por sólo mencionar algunas de las insuficiencias detectadas similarmente por la Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud al evaluar la situación del sector en países de la región y el mundo. Esta problemática permite concluir que los sistemas de salud en Cuba y a nivel internacional comparten similares desafíos en la gestión de sus organizaciones.

En el Hospital Julio Aristegui del municipio de Cárdenas se diagnostican diversas deficiencias en los procesos quirúrgicos relacionados con la existencia de una lista de espera. Esto se explica debido a que las cirugías mayores realizadas en el 2012 no cumplen con el propósito del 77% de operaciones electivas y el 23% de operaciones de urgencias. Siendo de un 65.37% y un 34,63% respectivamente. En este sentido es necesario tomar decisiones que permitan acercarse a una programación óptima de las cirugías electivas con el fin de reducir o eliminar la lista de espera. Otro problema es que no cuentan con herramientas que permitan medir o evaluar el desempeño del proceso quirúrgico electivo. Esto requiere de instrumentos, métodos científicos, procedimientos válidos y confiables, modelos matemáticos, herramientas de la IO, que apoyen el proceso de toma de decisiones en la solución de tales problemas.

Consciente de esta problemática el hospital necesita de un análisis cuantitativo en las decisiones que se tomen en el proceso quirúrgico para sustentar los esfuerzos de los directivos en el rediseño de sus estrategias. Por esta razón se define como **problema**

---

<sup>1</sup> Estos valores significan el intervalo en que varía la infección intrahospitalaria en el período cubierto entre los años 2000 y 2009.

**científico:** el escaso uso de herramientas de la Investigación de Operaciones en el proceso quirúrgico para abordar los problemas de decisión en el Hospital General Docente de Cárdenas Julio M. Aristegui Villamil.

Por las consideraciones expuestas y la problemática previamente descrita, la **hipótesis** de la investigación puede ser formulada de la forma siguiente: Si se aplican herramientas de la Investigación de Operaciones en el proceso quirúrgico se podrá abordar los problemas de decisión en el Hospital General Docente de Cárdenas Julio M. Aristegui Villamil.

Se establecen como **variable dependiente:** problemas de decisión. Son los problemas que surgen a diario en cualquier organización y que requieren para su solución decisiones certeras y precisas, estas decisiones constituyen esencialmente la elección de una de las posibles alternativas de solución a un problema actual o potencial, lo cual requiere previamente que se detecte el problema objeto de estudio y que se busque la información interna y externa que se requiera. Posteriormente la decisión debe convertirse en una acción concreta.

La **variable independiente:** son las herramientas de la Investigación de Operaciones. Las mismas se refiere a los diferentes modelos teóricos y matemáticos como por ejemplo: modelos de programación lineal, teoría de colas, modelos multiobjetivos y multiatributo; y a otras disciplinas (como matemática, administración, economía, etcétera) que se utilizan como instrumentos de trabajo habitual para el profesional de la Investigación de Operaciones.

Se considera necesaria la declaración de **3 variables ajenas:**

- Grado de capacitación o nivel de conocimiento acerca de este tema por parte de los colaboradores.
- Inexistencia de una herramienta adecuada para un problema en específico.
- Insuficientes datos para aplicar un determinado modelo.

Para dar cumplimiento a la hipótesis, este trabajo de investigación tiene como **objetivo general:** Aplicar herramientas de la IO en el proceso quirúrgico para abordar los problemas de decisión en el Hospital General Docente de Cárdenas Julio M. Aristegui Villamil.

Del objetivo general antes definido se derivan los siguientes **objetivos específicos:**

- Realizar un marco teórico referencial sobre problemas de decisión en organizaciones hospitalarias y la Investigación de Operaciones como herramienta para la gestión.
- Diagnosticar y caracterizar los problemas de decisión en el proceso quirúrgico del Hospital General Docente de Cárdenas Julio M. Aristegui Villamil.
- Declarar las herramientas de la Investigación de Operaciones que abordan los problemas de decisión en el proceso quirúrgico del Hospital General Docente de Cárdenas Julio M. Aristegui Villamil.
- Instrumentar los modelos y herramientas de la Investigación de Operaciones que abordan los problemas de decisión en el proceso quirúrgico del hospital objeto de estudio.

Para dar cumplimiento a los objetivos anteriores, **la tesis fue estructurada** de la siguiente manera:

Una **introducción** donde se contextualiza el tema de la investigación, se plantea la situación y problema científico, la hipótesis para dar respuesta a la problemática existente, los objetivos a vencer en la investigación y la estructura de la tesis. El **capítulo 1** aborda el marco teórico referencial sobre problemas de decisión en organizaciones hospitalarias y la Investigación de Operaciones como herramienta para su gestión y otros aspectos de necesario conocimiento relacionados con el tema. En el **capítulo 2** se explican todas las herramientas de la Investigación de Operaciones para abordar problemas de decisión en organizaciones hospitalarias. En el **capítulo 3** se caracteriza al objeto de estudio y se aplican las herramientas propuestas en el capítulo 2, mostrándose los resultados alcanzados y el análisis e interpretación de los mismos que permite dar solución a la problemática objeto de estudio. Se valida la hipótesis. **Conclusiones y Recomendaciones** derivadas de la investigación realizada, así como la **Bibliografía** consultada y referida; y un grupo de **Anexos** de necesaria inserción, como complemento de los resultados expuestos.

## **Capítulo 1. Marco teórico referencial sobre problemas de decisión en organizaciones hospitalarias y la Investigación de Operaciones como herramienta para su gestión.**

### **1.1 Introducción**

Este capítulo tiene como objetivo exponer y valorar el marco teórico referencial sobre problemas de decisión en empresas de servicios particularizando el sector hospitalario, apoyada de la Investigación de Operaciones como herramienta para la gestión. Los temas que se consideran fundamentalmente son:

- Problemas de decisión en las organizaciones.
- Investigación de Operaciones como ciencia, su riesgo, aplicación e impacto. Así como las principales herramientas o modelos de la Investigación de Operaciones, particularizando la programación lineal como modelo de optimización.
- Características y generalización de los servicios y las organizaciones de servicios.
- Servicios de salud, el caso de Cuba y la relevancia de la organización hospitalaria.

### **1.2 Problemas de decisión en las organizaciones**

La complejidad, las dimensiones y el dinamismo de las tareas sociales y científico-técnicas alcanzadas en la segunda mitad del siglo XX y lo que va de XXI plantean elevadas exigencias a la fundamentación de las decisiones adoptadas en cualquier eslabón de la actividad humana.

Para los administradores, el proceso de toma de decisión es una de las mayores responsabilidades. Lo consideran como su trabajo principal, porque constantemente tienen que decidir lo que debe hacerse, quién ha de hacerlo, cuándo y dónde, y en ocasiones hasta cómo se hará (Delgado Landa, 2010).

La toma de decisiones es vital para el desempeño de un directivo, pues a través de dicho proceso se identifican y seleccionan las acciones para tratar un problema o para aprovechar una oportunidad. El problema surge cuando difiere el estado real del estado deseado, cuando su desempeño se desvía del planificado o del obtenido en el período anterior, cuando existen insatisfacciones por parte de los clientes o cuando no es posible enfrentar a la competencia en el negocio. Consiste, en elegir una alternativa entre las disponibles, a los efectos de resolver un problema actual o potencial. Se considera como el acto creador de la elección, a partir de un conjunto de decisiones

posibles, en el cual los factores cuantitativos se combinan con las capacidades heurísticas de los hombres que toman las decisiones. (Lerner y Trujaiev, 1974)

En la toma de decisiones, considerar un problema y llegar a una conclusión válida, significa que se han examinado todas las alternativas y que la elección ha sido correcta. **(Ver anexo 1)**. En este proceso se ven reflejadas características **(Figura 1.1)** propias de este fenómeno, a continuación se muestran las 5 más importantes (Delgado Landa, 2008).



Figura1.1 Cinco características de la toma de decisiones. **Fuente:** Delgado Landa (2008).

1. Efectos futuros: Se relaciona con la medida en que los compromisos relacionados con la decisión afectarán el futuro. Una decisión que tiene una influencia a largo plazo, puede ser considerada una decisión de alto nivel, mientras que una decisión con efectos a corto plazo puede ser tomada a un nivel muy inferior.

2. Reversibilidad: Se refiere a la velocidad en que una decisión puede revertirse y la dificultad que implica hacer este cambio. Si revertir es difícil, se recomienda tomar la decisión a un nivel alto; si revertir es fácil, se requiere tomar la decisión a un nivel bajo.

3. Impacto: Esta característica se refiere a la medida en que otras áreas o actividades se ven afectadas. Si el impacto es extensivo, es indicado tomar la decisión a un nivel alto; un impacto único se asocia con una decisión tomada a un nivel bajo.

4. Calidad: Este factor se refiere a las relaciones laborales, valores éticos, principios básicos de conducta, imagen de la organización. Si muchos de estos factores están

involucrados, se requiere tomar la decisión a un nivel alto; si solo algunos factores son relevantes, se recomienda tomar la decisión a un nivel bajo.

5. Periodicidad: Este elemento responde a la pregunta de si una decisión se toma frecuente o excepcionalmente. Una decisión excepcional es de alto nivel, mientras que una decisión que se toma frecuentemente es de nivel bajo.

Render y Heizer (1996) plantean que la diferencia entre una mala y una buena decisión, radica en que esta última utiliza criterios científicos y analíticos, se basa en la lógica, considera todos los datos disponibles, las posibles alternativas, y sigue una secuencia no siempre consecutiva que incluye generalmente las siguientes etapas: definir el problema y los factores que lo influyen, establecer criterios de decisión y metas, formular un modelo o relación entre las metas y variables, identificar las alternativas, seleccionar la mejor alternativa e instrumentar la decisión. Este proceso puede incluir revisiones y ajustes.

El proceso de decidir en muchos casos es apoyado con el uso de modelos y diversas técnicas cuantitativas, los cuales permiten resaltar y medir aspectos relevantes y características fundamentales de los sistemas reales (Negrin Sosa, 2003). Según los criterios expuestos por los autores consultados el empleo de modelos para el proceso de toma de decisiones presenta un grupo de ventajas y limitaciones que pueden ser resumidas en el **cuadro 1.1**.

Cuadro 1.1 Ventajas y limitaciones del uso de modelos matemáticos para la toma de decisiones. Fuente: en aproximación a Negrin Sosa, 2003.

Ventajas	Limitaciones
Son más económicos y menos complicados que experimentar con el sistema real.	Pueden ser caros y consumir mucho tiempo para desarrollarlos y probarlos.
Se construyen para problemas administrativos y fomentan las entradas de informaciones administrativas.	Con frecuencia son subutilizados y mal comprendidos por su complejidad.
Obligan a un seguimiento consistente y sistemático en el análisis de los problemas.	Tienden a relegar el papel y valor de la información no cuantificable.
Requieren que los administradores sean específicos sobre restricciones y metas relacionadas con un problema.	A menudo tienen suposiciones que simplifican exageradamente las variables del mundo real.
Pueden reducir el tiempo necesario en la toma de decisiones.	

Dentro del amplio espectro de modelos para la toma de decisiones Render y Heizer, 1996; Krajewski y Ritzman, 2000; Gaither y Fraizer, 2000, incluyen como los más

empleados por los administradores de operaciones, los modelos esquemáticos, los algebraicos, los de pronósticos, de control de calidad, de teoría de decisiones, de colas, de simulaciones, de inventarios y de redes.

Las decisiones se pueden clasificar teniendo en cuenta diferentes aspectos, como lo es la frecuencia con la que se presentan. Se clasifican en decisiones programadas (se toman frecuentemente) y no programadas (se presentan con poca frecuencia, necesitan de un modelo o proceso específico de solución).

La mayor parte de los programas para el desarrollo de directivos pretenden mejorar sus habilidades para tomar decisiones no programadas, por regla general enseña a analizar los problemas en forma sistemática y a tomar decisiones lógicas.

Por otra parte las situaciones, ambientes o contextos en los cuales se toman las decisiones, se pueden clasificar según el conocimiento y control que se tenga sobre las variables que intervienen o influyen el problema. La decisión final o la solución que se tome va a estar condicionada por dichas variables: ambiente de certidumbre (se tiene conocimiento total sobre el problema, las alternativas de solución que se planteen van a causar siempre resultados conocidos e invariables) y ambiente de incertidumbre (se posee información deficiente para tomar la decisión, no se tiene ningún control sobre la situación). (Delgado Landa, 2010)

El empleo de técnicas novedosas para dar solución a problemas de decisión, adecuadas a las características del entorno y basadas en las mejores y avanzadas prácticas contemporáneas debe constituir prioridad de las organizaciones cubanas con el fin de garantizar la mayor eficacia y eficiencia en la gestión de sus procesos. Este empeño tiene sólidas bases en los Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución (2011), en los que se pretende un modelo de gestión económica que logre que "...el sistema empresarial del país esté constituido por empresas eficientes, bien organizadas y eficaces." (Lineamiento 07)

### **1.3 Investigación de Operaciones como ciencia**

La IO es el ataque de la ciencia moderna a los complejos problemas que surgen en la dirección y en la administración de grandes sistemas de hombres, máquinas, materiales y dinero, en organizaciones, en la industria, en los negocios, en el gobierno y en la defensa. Su actitud diferencial consiste en desarrollar un modelo científico del sistema tal, que

incorpore valoraciones de factores como el azar y el riesgo y mediante el cual se predigan y comparen los resultados de decisiones, estrategias o controles alternativos. Su propósito es el de ayudar a la gerencia a determinar científicamente sus políticas y acciones. (Gallagher y Watson, (s.a); Render y Heizer, 1996; Krajewski y Ritzman, 2000; Bellini Franco, (2004); Moya Sanz, 2005; Delgado Landa, 2008, 2009, 2012)

Son muchas las definiciones ofrecidas de la IO en este sentido. El **cuadro 1.2** muestra algunas definiciones clásicas que según Delgado Landa, (2008) constituyen una base útil para una comprensión inicial de la naturaleza de esta ciencia.

Cuadro 1.2 Definiciones de la IO. Fuente: Delgado Landa (2010).

<b>Autores</b>	<b>Definiciones</b>
Mores-Kimball (1943)	Método científico por el cual la administración ejecutiva dispone de una base cuantitativa para las decisiones de operaciones bajo su control
Ackoff-Sasieni (1968)	La aplicación del método científico por parte de equipos interdisciplinarios a problemas que implican el control de sistemas organizados (hombre y máquina) para brindar las soluciones que mejor cumplan el propósito de la organización en su totalidad.
Romero y Pomerol (1997)	Abordaje científico para la solución de problemas en la administración ejecutiva
Moya Sanz (2005)	Rama de la matemática aplicada al proceso de toma de decisiones

La IO utiliza un enfoque planeado para representar, mediante modelos simbólicos, las relaciones funcionales que se dan en la realidad, lo cual suministra una base cuantitativa para la toma de decisiones. Aplica herramientas que buscan obtener el óptimo resultado del uso de los recursos escasos.

Para Delgado Landa y Pérez Sosa, (2009) la Investigación de Operaciones, “es la aplicación del método científico por un grupo multidisciplinario de personas a un problema, principalmente relacionado con la distribución eficaz de recursos limitados (dinero, materia prima, mano de obra, energía), que se apoya en el enfoque de sistemas (este enfoque, es aquel en el que un grupo de personas con distintas áreas de conocimiento, discuten sobre la manera de resolver un problema en grupo)”.

Delgado Landa (2008) resalta características que denotan acciones que puede llevar a cabo esta ciencia, pueden resumirse en que la Investigación de Operaciones:

- Usa el método científico para investigar el problema en cuestión. En particular, el proceso comienza por la observación cuidadosa y la formulación del problema incluyendo la recolección de datos pertinentes.
- Adopta un punto de vista organizacional. De esta manera intenta resolver los conflictos de interés entre los componentes de la organización de forma que el resultado sea el mejor.
- Intenta encontrar una mejor solución (llamada solución óptima), para el problema bajo consideración. En lugar de contentarse con mejorar el estado de las cosas, la meta es identificar el mejor curso de acción posible.
- Emplea el enfoque de equipo. Este equipo debe incluir personal con antecedentes firmes en matemáticas, estadísticas y teoría de probabilidades, economía, administración de empresas, ciencias de la computación, ingeniería, etc. El equipo también necesita tener la experiencia y las habilidades para permitir la consideración adecuada de todas las ramificaciones del problema.
- Ha desarrollado una serie de técnicas y modelos muy útiles a la ingeniería de sistemas. Entre ellos: la programación lineal, teoría de colas, programación entera, programación dinámica.
- Tiende a representar el problema cuantitativamente para poder analizarlo y evaluar un criterio común.

### **1.3.1 Riesgo, aplicación e impacto de la Investigación de Operaciones**

Al aplicar la IO al estudio de sistemas y a la resolución de problemas de decisión se corre el riesgo de tratar de manipular los problemas para buscar que se ajusten a las diferentes técnicas, modelos de algoritmos establecidos en lugar de analizar los problemas y buscar resolverlos obteniendo las soluciones mejores, utilizando los métodos apropiados, es decir resolver el problema utilizando los modelos que proporcionan las mejoras soluciones y no buscar ajustar el problema a un método específico.

La IO se aplica a problemas que se refieren a la conducción y coordinación de operaciones o actividades dentro de una organización. La naturaleza de la organización es esencialmente inmaterial y, de hecho, la Investigación de Operaciones se ha aplicado en los negocios, la industria, la milicia, el gobierno, los hospitales, etc. Así, la gama de aplicaciones es extraordinariamente amplia.

Las organizaciones más grandes del mundo y una buena proporción de las industrias más pequeñas cuentan con grupos bien establecidos de Investigación de Operaciones. Muchas industrias, incluyendo la aérea y de proyectiles, la automotriz, la de comunicaciones, computación, energía eléctrica, electrónica, alimenticia, metalúrgica, minera, del papel, del petróleo y del transporte, han empleado la Investigación de Operaciones. Las instituciones financieras, gubernamentales y de salud están incluyendo cada vez más estas técnicas.

Muchos son los problemas que se han resuelto mediante técnicas de Investigación de Operaciones. La programación lineal se ha usado con éxito en la solución de problemas referentes a la asignación de personal, la mezcla de materiales, la distribución y programación, el transporte y las carteras de inversión. La programación dinámica se ha aplicado con buenos resultados en áreas tales como la planeación de los gastos de comercialización, la estrategia de ventas y la planeación de la producción. La teoría de colas ha tenido aplicaciones en la solución de problemas referentes al congestionamiento del tráfico, al servicio de máquinas sujetas a descomposturas, a la determinación del nivel de la mano de obra, a la programación del tráfico aéreo, a la programación de la producción y a la administración de hospitales.

Otras técnicas de Investigación de Operaciones, como la teoría de inventarios, la teoría de juegos y la simulación, han tenido exitosas aplicaciones en una gran variedad de contextos. Actualmente las que más impacto y aplicación tienen son las técnicas multicriterio y multiobjetivo debido al tipo de problemas que se presentan hoy.

En estos momentos la Investigación de Operaciones se está aplicando en muchas actividades que han ido más allá de las aplicaciones militares e industriales. Cada día es más amplia el área gerencial donde se aplican herramientas para las decisiones empresariales, incrementándose el uso de los modelos matemáticos para analizar y predecir las dinámicas y controles en la toma de decisiones.

Ha tenido un impacto impresionante en el mejoramiento de la eficiencia de numerosas organizaciones en todo el mundo. Hay ahora más de 30 países que son miembros de la *International Federation of Operational Research Societies (IFORS)*, en la que cada país cuenta con una sociedad de IO.

En Cuba se ha visto limitada en todos los sectores la utilización de esta ciencia, esto se evidencia en investigaciones realizadas por autores como García Huerta y Cuétara Sánchez (1996), Negrín Sosa (2003), Hernández Díaz (2007), Delgado Landa (2008, 2009, 2011). Por su impacto y resultados a nivel mundial es necesario incursionar en las organizaciones cubanas. Estas deben proyectarse hacia la búsqueda de nuevas formas de gestionar la producción y los servicios, con la perspectiva según Hernández Díaz (2007) de las peculiaridades nacionales, de forma tal que se garantice un nuevo modelo de gestión empresarial de elevado desempeño para la empresa estatal socialista.

### **1.3.2 Principales herramientas o modelos de la Investigación de Operaciones**

Cuando se habla de herramientas en IO, se refiere a los diferentes modelos teóricos (como por ejemplo, modelos de transporte y teoría de colas), y a otras disciplinas (como matemática, administración, economía, etcétera), que se utilizan como instrumentos de trabajo habitual para el profesional de la Investigación de Operaciones. Debe quedar claro, sin embargo, que cada día se agregan más tipos de modelos y otras disciplinas.

En el **cuadro 1.3** se presenta una lista, no exhaustiva, de diferentes tipos de modelos que se consideran como herramientas de la Investigación de Operaciones.

Los **modelos** son herramientas de la IO, es necesario comprender que: un modelo de decisión debe considerarse como un vehículo para resumir un problema de decisión de forma tal que haga posible la identificación y evaluación sistemática de todas las alternativas de decisión del problema. Después se llega a una decisión seleccionando la alternativa mejor entre todas las opciones disponibles.

Un modelo siempre debe ser menos complejo que el problema real, es una aproximación abstracta de la realidad con consideraciones y simplificaciones que hacen más manejable el problema y permiten evaluar eficientemente las alternativas de solución. Los modelos matemáticos tienen muchas ventajas sobre una descripción verbal del problema. Una ventaja es que el modelo matemático describe un problema en forma mucho más concisa. Esto tiende a hacer que toda la estructura del problema sea más comprensible y ayude a revelar las relaciones importantes entre causa y efecto. De esta manera, indica con más claridad qué datos adicionales son importantes para el análisis. También facilita simultáneamente el manejo del problema en su totalidad y el estudio de todas sus interrelaciones.

Cuadro 1.3 Principales herramientas de la Investigación de Operaciones. **Fuente:** Delgado Landa, 2008.

<b>Principales herramientas de la Investigación de Operaciones</b>
1. Modelos de programación lineal.
2. Modelos multicriterios: multiobjetivo y multiatributo
3. Redes y programación lineal para transporte.
4. Modelos de toma de decisión en condiciones de incertidumbre.
5. Modelos de toma de decisión en condiciones de certeza.
6. Modelos Bayesianos.
7. Líneas de espera (Teoría de colas).
8. Modelos de optimización con redes para la planeación, ejecución y control de proyectos.
9. Cadenas de Markov para el reemplazo de activos fijos.
10. Modelos de inventarios determinísticos.
11. Modelos de inventarios probabilísticos.
12. Modelos de programación dinámica y teoría de juegos.
13. Modelos de simulación para la obtención de información experta.
14. Modelos heurísticos de autoaprendizaje y autocorrección.

Los modelos Matemáticos o Simbólicos, se describen generalmente por medio de sistemas de  $m$  ecuaciones con  $n$  incógnitas o en forma matricial:  $A \cdot x = b$ , donde  $A$  es un matriz,  $y$ ,  $x$  y  $b$  son vectores de los espacios vectoriales  $R^m$  y  $R^n$ , respectivamente. Se emplea cuando la función objetivo y las restricciones del modelo se pueden expresar en forma cuantitativa o matemática como funciones de las variables de decisión.

Pueden ser determinísticos: significa que todos los datos relevantes (es decir, los datos que los modelos utilizarán o evaluarán) se dan por conocidos. Ejemplo de estos: los de Programación Lineal, los modelos de inventario y transporte. O ser probabilísticos: en los modelos probabilísticos (o estocásticos), alguno de los datos importantes se consideran inciertos, aunque debe especificarse la probabilidad de tales datos. Ejemplo de estos: las Cadenas de Markov, los de Teoría de Juego, Teoría de decisiones, las Líneas de espera y otros.

Los modelos analíticos son modelos matemáticos, destinados a hacer una cierta simplificación y abstracción de sistemas reales, para poder obtener más información y para entender algún aspecto de interés de la realidad. Se conecta la modelización de la

realidad por abstracción con problemas y dominios reales, y se verifica y/o valida. Estos tipos de modelos se aplican principalmente en los sistemas estáticos y/o deterministas. Los modelos de simulación difieren de los matemáticos en que las relaciones entre la entrada y la salida no se indican en forma explícita. Un modelo de simulación divide el sistema representado en módulos básicos o elementales que después se enlazan entre sí. Las operaciones de cálculos pasarán de un módulo a otro hasta que se obtenga un resultado de salida. Ofrecen mayor flexibilidad al representar sistemas complejos, pero esta flexibilidad no está libre de inconvenientes. La elaboración del primero es costosa en tiempo y recursos. Los segundos se manejan en términos de cálculos.

### **Programación lineal (PL) como modelo de optimización**

La Programación lineal se basa en el desarrollo de las operaciones con desigualdades lineales y en la teoría de los conjuntos convexos desarrollados en los siglos XVIII y XIX. En 1939 el matemático ruso Kantorovich desarrolla en la antigua URSS<sup>2</sup> un modelo de PL para la elaboración de un plan óptimo de producción.

En 1941 el matemático norteamericano Hitchcock desarrolla un modelo de PL para la programación óptima del transporte en una empresa de distribución. En 1947 un grupo de matemáticos norteamericanos encabezados por George Dantzig, hacen las primeras definiciones del modelo de PL, sus características y propiedades. Entre 1947 y 1950 Dantzig desarrolla el denominado Método Simplex, que permite hallar la solución de una forma simple y eficiente de los modelos de PL. Este método, basado en una solución algorítmica, impulsa notablemente este modelo de optimización.

En la Programación en Enteros de la PL se desarrollaron en la segunda mitad del pasado siglo, métodos eficientes de solución, a través del método de los planos cortantes planteados por el matemático Gomory y el eficiente método Branch and Bound. En la década de los 80 se presenta un nuevo método de solución a los problemas de PL llamado el algoritmo de Punto Central y desarrollado por el matemático Narendra Karmarkar que ha mostrado ser eficiente para grandes problemas de este tipo.

A partir del surgimiento de la computación a mediados del siglo pasado, el Método Simplex se programa y se han desarrollado varios paquetes que permiten la solución de

---

<sup>2</sup> Siglas que identifican la antigua Unión de Repúblicas Socialista Soviética.

grandes problemas de PL en fracciones de segundo. También se han desarrollado otros algoritmos para casos especiales de PL que aprovechando la estructura del problema logran soluciones de forma más eficiente.

#### **1.4 Características y generalización de los servicios y de las organizaciones que brindan estos**

Los servicios constituyen un sector trascendental en la economía mundial debido a su capacidad generadora de empleo y beneficios económicos, por mencionar un aspecto. La revisión y análisis de las definiciones de servicio, denota como elementos fundamentales: la existencia de dos partes en su realización, su carácter esencialmente intangible, su relación con la satisfacción de necesidades de los clientes y puede estar o no relacionado con un bien físico. (Hernández Nariño, 2010). Estos rasgos comunes se pueden agrupar y conformar en 8 características:

1. Intangibilidad: A diferencia de los bienes físicos, no se puede ver, ni oír, ni oler antes de recibir el servicio, son difíciles de almacenar y transportar. Para reducir la incertidumbre, el cliente buscará signos que evidencien la calidad del servicio, a través de aspectos como: lugar, personas, equipos y material de comunicación. La tarea del suministrador de servicio es “gestionar la evidencia”, “tangibilizar lo intangible”. Es complicado demostrar sus características y cualidades a los clientes potenciales.
2. Inseparabilidad: Los servicios se producen y se consumen en el mismo tiempo. Si el servicio lo presta una persona, esta es parte del servicio. Tanto el suministrador como el cliente afectan el resultado final del servicio.
3. Variabilidad: Son altamente variables dependen de quienes los proporcionen, cuándo y dónde.
4. Carácter perecedero: Los servicios no se pueden almacenar.
5. Interactividad: Presentan un alto nivel de interacción entre el proveedor del servicio y el usuario final, por lo que la forma de proveer el servicio adquiere especial relevancia.
6. Importancia del capital humano: Las capacidades y competencias de las personas que producen servicios son uno de los principales factores que afectan su calidad final.
7. Heterogeneidad: La estandarización es difícil pues el resultado final depende en gran medida de las personas que lo proveen y del entorno. Además, uno de los factores

clave en los servicios es la necesidad de su adaptación a las exigencias particulares de cada cliente o grupos de clientes.

8. Inapropiabilidad: Los servicios son difícilmente apropiables y protegibles. El sistema actual de patentes, tal y como está concebido, posee un enfoque marcadamente industrial y no resulta de gran utilidad para la protección de los servicios.

La gran diversidad existente entre las distintas actividades clasificadas como servicios implica que, aunque las características señaladas sean válidas para la mayoría de ellos, existan también numerosas salvedades y excepciones. Una notable diferencia entre la fabricación de un servicio y la fabricación de un producto es que el cliente es un integrante fundamental del sistema: es a la vez productor y consumidor.

En el diseño de procesos de servicios es importante tener una estructura, conocida como triángulo de los servicios, el cual presupone que existen cuatro elementos que deben tomarse en consideración al producir los servicios: el cliente, la gente, la estrategia y el sistema (**Figura 1.2**).

Estos conceptos son una manera de considerar las operaciones de servicios, y a la vez, útiles para diseñar estos sistemas y resolver problemas relativos al propio diseño; es por eso que el triángulo de los servicios también puede utilizarse para diagnosticar y determinar cuáles son las causas de insuficiencias.



Figura 1.2 Elementos que interactúan en un acto de servicio. Fuente: Schroeder (1992).

La gente son los trabajadores de la organización de servicios, estos deben estar conscientes de las estrategias que traza la organización. La estrategia es la visión o filosofía que se utiliza para guiar todos los aspectos del suministro del servicio y el sistema, incluye tanto el sistema físico, como los procedimientos que se utilizan. El cliente se encuentra en el centro del triángulo, pues el servicio siempre debe estar centrado en el cliente, y las líneas que lo unen a cada uno de los puntos indican esa dirección (Schroeder, 1992).

La administración en las organizaciones de servicios es un tema que presenta muchos retos (González Pérez, 1997; Negrin Sosa 1999, 2000; Krajewski y Ritzman, 2000). Puede crear dificultades el hecho de que sus resultados no pueden ser puestos en inventario debido a la participación de los clientes en las operaciones, a los plazos de entrega cortos, a una calidad que es determinada de una manera subjetiva y a una demanda no uniforme.

Para Negrin Sosa (2003), los mecanismos de gestión apropiados para las organizaciones de servicios deben integrar aspectos cuantitativos y cualitativos de forma que se logre una visión abarcadora del desempeño empresarial. Reconociendo la complejidad de fomentar la satisfacción del cliente en un entorno de este tipo, los empleados se convierten en un medio vital para conseguir una proporción mayor del mercado y una mayor rentabilidad.

### **1.5 Servicios de salud. Relevancia de la organización hospitalaria**

La Organización Mundial de la Salud (OMS), en su acta fundacional de 1948, considera que “la salud es un estado de bienestar físico, mental y social y no simplemente la ausencia de enfermedad”. Tal estado de bienestar puede mantenerse y mejorarse en los servicios de salud que, según la Norma UNE 66924IN (2002), son “todo servicio de asistencia, formación, docencia, investigación y otros productos prestados para evaluar, diagnosticar, tratar y para el seguimiento del estado de salud, la prevención de enfermedades, así como el mantenimiento y la mejora de la salud”. (Hernández Nariño, 2010)

El principal beneficiario del sistema de salud es el paciente, por lo que el diseño, prestación, gestión y/o administración de dicho sistema debe centrarse en el paciente; de hecho los tres elementos que conforman el servicio de atención al paciente (entorno, organización y el componente humano) deben estar conectados y orientados hacia el mismo objetivo.

Asenjo Sebastián (2000) considera fundamental la planificación, diseño y evaluación de estos sistemas en función de las expectativas del paciente y las partes interesadas. Las organizaciones hospitalarias cumplen un rol sobresaliente en el tratamiento y curación de las personas con las afecciones más serias (por tanto se le confiere un alto

significado social), lo cual demanda una atención especializada y tecnológicamente avanzada.

Los hospitales están diseñados para: brindar atención médica y preventivo-curativa, realizar actividades de educación médica y desarrollar la investigación (González Pérez, 1997). El proceso de servicio en el hospital sucede a partir de una entrada principal (paciente enfermo), una transformación (atención médica, investigación, conocimiento) y una salida con valor añadido (paciente curado). Para efectuar la transformación se precisa de diversos insumos, generados en procesos internos (medios diagnósticos) o suministrados por proveedores externos (**Figura 1.3**).

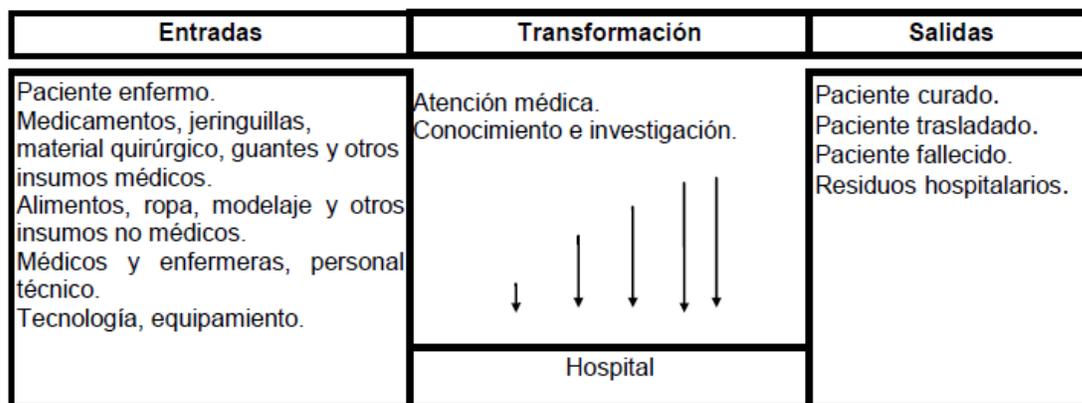


Figura 1.3 El proceso de servicio en un hospital. Fuente: Adaptado de Heras (1996), referido por Hernández Nariño 2010.

Los servicios hospitalarios poseen diversas peculiaridades:

- El cliente es el paciente y su acompañante.
- El cliente no decide que va a comprar, no paga el producto o servicio que recibe (sistema de salud cubano donde la atención de salud es gratis, y por lo que no existe una transacción monetaria), pero sí evalúa la calidad percibida.
- El cliente percibe mayor calidad del servicio cuanto más tiempo se invierta en su atención.
- Los pacientes no siempre siguen igual secuencia en el proceso de servicio.
- El médico y no el paciente es el que decide la demanda de servicios, tratamientos y atenciones hospitalarias.
- Gran variabilidad en la atención sanitaria y la práctica clínica (Bonafont y Casasín, s.a.)

Estas particularidades del servicio le dan un aspecto diferente digno de tener en cuenta para buscar vías que permitan readaptar herramientas de gestión que se centren en la satisfacción del paciente a partir de la búsqueda de soluciones que tengan en cuenta aquellos elementos que pueden influenciar el funcionamiento hospitalario.

Es importante considerar aquellos elementos que los diferencian de otros sistemas, en virtud de adaptar apropiadamente las herramientas a utilizar (Hernández Nariño y Marqués León, 2006). Algunos de estos elementos son:

- La secuencia de actividades no está bien definida a medida que se avanza en el diagnóstico y la recuperación del paciente. Este elemento se relaciona con la diversidad de secuencias de actividades de estos servicios; al decir de Claveranne y Pascal (2004), esto no significa que no hayan invariantes y secuencias de actividades estables y repetitivas, independientemente del tipo de paciente.
- No existe límite de recursos a utilizarse en cada caso.
- Uno de los resultados del proceso es el paciente tratado y curado.

De acuerdo a Equiza Escudero (1999), los directivos hospitalarios comienzan a asumir varios retos: el hecho de que los pacientes juegan el rol de demandantes con capacidad de optar entre alternativas terapéuticas, profesionales y centros asistenciales; el de la sociedad, que promueve estrategias de participación de la comunidad en los asuntos del sector, de transparencia en la toma de decisiones y exige garantías de calidad del servicio sin causar largas estadías hospitalarias o prácticas no correctas; el de fomentar la motivación del personal de salud por la excelencia en la asistencia, la investigación y la docencia; y por último, lograr la eficiencia en la utilización de recursos.

Vázquez Estévez (2005) propone que los hospitales deben ser abiertos y flexibles para adaptarse a los cambios, deben centrarse en la priorización de los recursos, la regionalización y el desarrollo de un sector cada vez más sensible a las necesidades de todas las partes implicadas (pacientes y acompañantes, proveedores y directivos). De manera que estas instituciones desarrollan iniciativas encaminadas a la gestión del componente humano, de los materiales, la gestión del conocimiento y las competencias de los profesionales; comienzan a introducir las tecnologías de la información y las comunicaciones, a implementar plataformas logísticas para lograr suministros rápidos de material a los almacenes hospitalarios, lo que propicia estrategias de just-in-time y

reducción de suministros, así como la mejora de la gestión de sus procesos y la introducción de modelos de gestión clínica (Equiza Escudero, 1999; Ruiz Iglesias, 2004; Bonafont y Casasín, s.a.).

### **1.6 Servicios de salud en Cuba**

El Ministerio de Salud Pública (MINSAP) dispone de 15 722 unidades de asistencia médica de ellas 222 Hospitales, 13 Institutos de Investigación, 491 Policlínicos, 14 007 Consultorios del Médico y la Enfermera de la Familia, 138 Puestos Médicos Rurales, 309 Hogares Maternos, 5 Balnearios Minero-Medicinales, 165 Clínicas Estomatológicas, 25 Bancos de Sangre y otras 347 unidades. Además cuenta con un total de 72 416 médicos, 155 habitantes por médico y un total de 68 877 camas (54 424 de asistencia médica y 14453 de asistencia social). A partir de los presupuestos municipales se financia el 92.7% de los gastos para la salud pública (Ministerio de Salud Pública, 2007).

En Cuba, la organización de la salud pública y la dirección de la prestación del servicio la realiza el Estado, a través del Sistema Nacional de Salud (SNS). Los niveles administrativos del SNS responden a la estructura del estado en Cuba y la división política-administrativa, que quiere decir que las instituciones de salud se subordinan metodológicamente al Ministerio de Salud Pública (MINSAP) y administrativamente a los Órganos Locales del Poder Popular (OLPP), (Hernández Nariño, 2010).

El sistema de salud cubano y más específicamente la actividad hospitalaria se clasifica en diferentes niveles, de acuerdo a criterios como necesidad de atención médica y complejidad de las acciones de atención, la cantidad de servicios que brindan o la localización para posibilitar cualquier análisis desde el punto de vista de la planificación, organización y evaluación.

El hospital (nivel secundario del SNS) es la más compleja y costosa unidad dentro del sistema y está regionalizado en un complejo programa que nace con la atención primaria de salud y continua en los policlínicos, de manera que la planificación y el financiamiento del servicio hospitalario, depende de un plan general y su control, de los diferentes niveles administrativos según su doble subordinación.

Desde la década de los 90 del siglo pasado hasta la fecha, Cuba es afectada por una sensible crisis económica, que impacta todos los ámbitos de la vida. En los años 90, se

produjeron particularmente grandes afectaciones en los servicios de salud, dadas por las carencias materiales y financieras que influyeron en el deterioro de las condiciones de trabajo necesarias para prestar el servicio. Esto provocó, a la vez, disminución en el número de técnicos de enfermería y otros de determinadas especialidades (Ministerio de Salud Pública, 2001).

Sumado a ello, se consideró de vital importancia el rescate de la disciplina laboral y científico técnica, como una de las garantías significativas en la calidad de los servicios hospitalarios. En este aspecto señala el comandante en jefe Fidel Castro Ruz "...en el profesional de la salud necesitamos tres cosas: calidad humana, calidad intelectual y calidad político moral indispensable...".

De manera general los retos identificados para la mejora del sector apuntan a varias direcciones:

- Utilizar adecuadamente importantes funciones gerenciales como la planificación y el control.
- Mejorar la calidad de los servicios, lo que contribuye al nivel de satisfacción de la población con estas instituciones con una mejor utilización de los recursos.
- Eliminar malas prácticas y procesos ineficientes que redundan en mala utilización de recursos tan escasos y de cara adquisición en este sector.
- Incrementar la eficiencia y la calidad de los servicios, y garantizar la sostenibilidad del sistema, especialmente en términos financieros y de accesibilidad en menor grado.
- Eliminar las listas de espera quirúrgicas, disminuir la estadía hospitalaria, reducir en no menos del 10% las camas hospitalarias ociosas.

Este contexto se ve reflejado en el comportamiento de los indicadores considerados como importantes para evaluar el desempeño del sistema de salud (**cuadro 1.4**). En ellos se demuestra la necesidad de gestionar los servicios de salud, particularmente las organizaciones hospitalarias, en busca de la utilización adecuada de los recursos, el incremento de la calidad en los procesos asistenciales, una mejor organización de los procesos de apoyo diagnóstico y de vigilancia epidemiológica y un reforzamiento en el empleo de correctas prácticas clínicas y quirúrgicas. En este sentido el personal de trabajo y los directivos juegan un papel relevante.

En este marco surgen como propuestas para impulsar cambios en el sector, los programas de acreditación hospitalaria y el perfeccionamiento hospitalario que apuntan a su vez hacia lo que se llama excelencia en salud.

La búsqueda de la excelencia constituye una directriz importante en el alcance de las proyecciones que el SNS se propone hasta el 2015, y está concebida como un proceso integral que debe conducir a la elevación cualitativa de la calidad de la atención médica y la satisfacción de pacientes, acompañantes y trabajadores (Ministerio de Salud Pública, 2006).

Cuadro 1.4 Indicadores de desempeño del sector salud en Cuba. Fuente: Hernández Nariño, 2010.

Indicadores/Años	90	2000	2004	2005	2006	2007
Ingresos (por 100 habitantes).	15.2	11.9	10.2	10.1	10.1	9.8
Camas asistenciales /1000 habitantes.	6.0	5.2	4.9	4.9	4.9	4.9
Porcentaje de operaciones mayores (del total de operaciones efectuadas).	52.7	45.4	50.6	52.7	54.7	55.4
Mortalidad materna (por 100000 nacidos vivos).		55.7	38.5	51.4	49.4	35
Mortalidad infantil (1000 nacidos vivos).	10.7	7.2	5.8	6.2	5.3	6.2
Nacimientos por cesárea <sup>44</sup> .	-	28.5%				-
Estadía hospitalaria (días).	10	9.4	9.4	9.3	9	9.1
Índice ocupacional (%).	78.5	69.4	67.8	68.4	67.3	67.1
Infecciones intrahospitalarias (por 100 egresos).	2-3	2.4-3.6 <sup>45</sup>				

En virtud de elevar la calidad de los servicios hospitalarios, se impulsa en la actualidad el Perfeccionamiento Hospitalario. Este programa parte del principio de que, para que una organización pueda desarrollarse, es necesario no sólo incrementar la calidad y mejorar la atención oportuna al paciente, sino que, también es decisivo, mejorar el empleo de los recursos materiales y el componente humano por medio del estudio, en cada área, de los procesos y/o actividades (Hernández Nariño, 2005).

### **Uso de indicadores integrales para evaluar el desempeño de procesos en instalaciones hospitalarias**

En el entorno hospitalario se encuentra algunas experiencias aisladas en el uso de indicadores integrales o sintéticos, una es el caso del Índice de eficiencia, construido de acuerdo a indicaciones del personal del Departamento de estadística del servicio Unificado de Salud de la GDF, el cual combina indicadores de hospitalización, consulta externa y servicios de urgencia y clínicos, estos poseen igual grado de importancia para

el gestor hospitalario y es una herramienta fundamental dentro del Modelo de Eficiencia Hospitalaria (Ramírez Colina, 1998).

Un indicador integral es aquel que reúne en sí un conjunto de elementos pertenecientes a un grupo de indicadores que gestionan estos elementos cada uno por separado. (Morillas Mellor, 2011).

Los indicadores integrales facilitan el entendimiento por parte de los clientes de lo que se quiere evaluar, por otro lado hacen más fácil el trabajo para diagnosticar o evaluar el estado de la organización. Cada uno de estos indicadores mide la eficiencia hospitalaria en una actividad dada, lo cual dificulta expresar de manera global qué servicio tiene un mejor comportamiento al tener que analizar por separado cada uno de ellos; esta problemática se puede presentar en cualquier sector y es por ello que se ha pretendido resumir una actividad dada en un Indicador Sintético que tenga en cuenta la gama de indicadores existentes y suficientes para medir el desempeño hospitalario por medio de la eficiencia y la eficacia.

La utilización de indicadores sintéticos, para evaluar la eficiencia del sistema, ha cobrado una amplia difusión en los últimos tiempos en Cuba, debido a que ofrecen como resultado, un único valor que facilita la comparación con períodos precedentes, otras organizaciones o a través de tendencias; mediante ellos se puede determinar relaciones causa-efecto y detectar posibles inductores de actuación, lo cual le confiere la posibilidad de diagnosticar permanentemente el comportamiento del sistema (Negrín Sosa, 2003). Sin embargo, los utilizados generalmente no poseen un gran carácter proactivo, ni inciden sobre los inductores de actuación por lo que se ha dedicado más bien a diagnosticar los elementos fundamentales que causan las desviaciones.

En los últimos tiempos en Cuba se resalta la utilización de indicadores integrales con una tendencia creciente. Esta situación se basa en el hecho de que evaluar el desempeño de la organización a partir de una medida global, posee varias ventajas sobre la utilización de indicadores separados que pueden brindar resultados diferentes en cuanto al comportamiento organizacional.

Las ventajas que más se destacan son (Medina León, 2008):

➤ Ofrecen como resultado un único valor que facilita la comparación con períodos precedentes, otras organizaciones o a través de tendencias.

- Contribuyen a la toma de decisiones al hacerla más ágil y centrada en inductores claves.
- Permiten ser automatizados fácilmente.
- Resulta factible crear relaciones causa – efecto.
- Permiten un diagnóstico permanente del sistema, y vincularse a procedimientos de mejora.

El desarrollo de índices integrales se extiende hasta el sector de la salud, donde igualmente se valora esta herramienta como útil para la gestión hospitalaria. Aunque las experiencias en este campo aún son dispersas, resaltan las propuestas planteadas en el **cuadro 1.5**.

Cuadro 1.5 Análisis de índices integrales en la gestión hospitalaria: Fuente: Adaptado de Hernández Nariño (2010).

Autor (año)	Descripción
Ramírez Colina (1998).	Desarrolla un Índice de eficiencia que combina indicadores de hospitalización, consulta externa servicios de urgencia y clínicos, con igual grado de importancia para el gestor hospitalario. Es una herramienta fundamental dentro del modelo de eficiencia hospitalaria conducido por la organización a la que pertenece.
Hospital Militar Central de Colombia (s.a).	Utiliza un manual de indicadores de gestión dentro del que se propone un indicador compuesto de eficiencia técnica que realiza el análisis dinámico de tres indicadores: promedio de estadía, porcentaje de ocupación e índice de rotación. Plantea que el análisis combinado aporta una visión más amplia sobre la situación y la evolución de la eficiencia que estudiarlos por separado.
Milliman USA (s.a) <sup>26</sup> .	Diseña el Índice de Eficiencia Hospitalaria ( <i>Hospital Efficiency Index</i> ), que recoge los resultados de la estadía hospitalaria, los días pacientes y los ingresos hospitalarios, para fomentar la comparación en busca de las prácticas más eficientes de hospitales en Estados Unidos.
Segura Sardinás <i>et al.</i> (2004).	Proponen un índice sintético hospitalario de eficiencia (IDEH) que recoge el índice ocupacional, el promedio de estadía, la mortalidad y la tasa de infección intrahospitalaria, cada uno con su respectivo peso relativo. Su objetivo es comparar distintos servicios respecto a una medida global de eficiencia. Mientras más cercano a uno (el índice opera entre cero y uno) mejor es la eficiencia de la institución.

Estos autores coinciden en analizar indicadores universalmente utilizados para valorar el comportamiento de la actividad hospitalaria y en la utilidad de esta herramienta para la búsqueda de buenas prácticas. Sin embargo, de acuerdo al análisis realizado por Hernández Nariño (2010), como insuficiencias se señala que sólo uno analiza indicadores relativos a diferentes áreas del hospital pero no establece la forma de medición del índice (Ramírez Colina, 1998), no es uniforme el otorgarle un peso relativo a cada indicador, ninguno ofrece vías para formalizar la evaluación del índice

integral, no explican sobre qué bases se seleccionan los indicadores, ni especifican cómo esta herramienta favorece la mejora del desempeño organizacional.

### **1.7 Conclusiones del capítulo**

1. La toma de decisiones consiste en elegir una alternativa entre las disponibles, para resolver un problema actual o potencial. Es necesario conocer, comprender, analizar el problema, para así poder darle solución.
2. La IO utiliza el método científico y un grupo interdisciplinario para representar, mediante modelos matemáticos, las relaciones funcionales que se dan en la realidad, lo cual suministra una base cuantitativa para la toma de decisiones. Esta ciencia aplica herramientas que buscan obtener el óptimo resultado del uso de los escasos recursos.
3. Los servicios que brindan las organizaciones hospitalarias de todo el mundo, constituyen un pilar importante en la economía mundial por su capacidad generadora de empleo, beneficios económicos e impacto social.
4. El sector hospitalario cubano reconoce la necesidad de mejorar la gestión de sus instalaciones y entre sus principales proyecciones está el desarrollo de programas de acreditación, de perfeccionamiento hospitalario y el trabajo por la excelencia en los servicios, todos con iguales objetivos: el incremento de la calidad, la eficiencia y la eficacia, la satisfacción de los pacientes y acompañantes y la evaluación constante de los procesos.

## Capítulo 2. Herramientas de la Investigación de Operaciones para abordar problemas de decisión en organizaciones hospitalarias

### 2.1 Introducción

En este capítulo se exponen herramientas de la Investigación de Operaciones que permiten abordar los problemas de decisión en el proceso quirúrgico del hospital General Docente de Cárdenas, Julio M. Aristegui Villamil. En lo fundamental se explica:

- Metodología de la Investigación de Operaciones.
- Índice integral de desempeño de procesos hospitalarios como herramienta para evaluar.
- Modelo de Programación Lineal (PL).
- Programa WinQSB.
- Técnicas para la recolección y procesamiento de información y datos, como: la tormenta de ideas, el método Kendall, medidas de tendencia central y el método de expertos.

### 2.2 Metodología de la Investigación de Operaciones

La IO tiende a representar el problema cuantitativamente para poder analizarlo y evaluar un criterio común. Busca obtener el óptimo resultado en la utilización de recursos escasos y usa el método científico. Este último surgió a través del tiempo, a partir de la experiencia práctica de muchos científicos. En general se reconoce a Sir Francis Bacon como al primero que describió formalmente el método, hace más de cien años. La intención original fue tener una guía para la investigación en las ciencias físicas, pero el método se adapta fácilmente a cualquier tipo de problemas. (Delgado Landa, 2010/a)

En la **figura 2.1** se muestran los pasos del método científico para resolver problemas de administración. Se sigue un orden habitual en las investigaciones que se realizan con este instrumental. A continuación se explica cada paso de la metodología para aplicar IO:

**1. Definición del problema.** No es posible iniciar la búsqueda de la solución de un problema si no está claro ¿cuál es el problema? Para definir el problema se deben responder cuestiones tales como: ¿Qué se desea optimizar? ¿Cuáles son los objetivos?, ¿Cuáles las acciones a tomar y cuáles sus alternativas? ¿Cuáles son las

restricciones? ¿Cómo se medirán los resultados? Además se deben identificar las variables implicadas, ya sean controlables o no. La definición del problema debe ser clara, concisa y con palabras sencillas que no dejen lugar a varias interpretaciones.

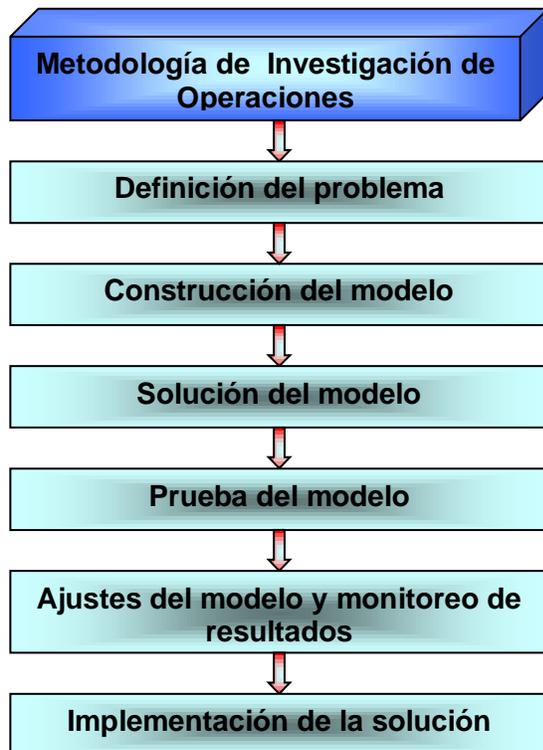


Figura 2.1 Metodología de la Investigación de Operaciones. **Fuente:** Delgado Landa, 2010/a.

**2. Recolección de datos y construcción del modelo.** Se está más capacitado para resolver problemas si se tiene información sobre ellos. Debe reunirse información pasada, hechos pertinentes y soluciones previas a problemas semejantes. Para obtener los datos necesarios para dar solución al problema es preciso apoyarse en un grupo de herramientas que ayudan en este sentido como por ejemplo la observación, la revisión de documentos para la obtención de datos históricos, el tarjado, las encuestas y/o entrevistas para datos de tipo cualitativos, cuantitativos o cuando la fuente de información son necesariamente las personas entre otras.

En este paso, el investigador de operaciones debe decidir el modelo a utilizar para representar el sistema. Debe ser un modelo tal que relacione a las variables de decisión con los parámetros y restricciones del sistema. Los parámetros (o cantidades conocidas) se pueden obtener ya sea a partir de datos pasados o ser estimados por

medio de algún método estadístico. Es recomendable determinar si el modelo es probabilístico o determinístico.

Un modelo es, necesariamente, una idealización abstracta del problema, por lo que casi siempre se requieren aproximaciones y suposiciones de simplificación si se quiere que el modelo sea manejable (susceptible de ser resuelto). Por lo tanto, debe tenerse cuidado de que el modelo sea siempre una representación válida del problema. El criterio apropiado para juzgar la validez de un modelo es el hecho de si predice o no con suficiente exactitud los efectos relativos de los diferentes cursos de acción, para poder tomar una decisión que tenga sentido. En consecuencia, no es necesario incluir detalles sin importancia o factores que tienen aproximadamente el mismo efecto sobre todas las opciones.

**3. Solución del modelo.** Resolver un modelo consiste en encontrar los valores de las variables dependientes, asociadas a las componentes controlables del sistema con el propósito de optimizar, si es posible, o cuando menos mejorar la eficiencia o la efectividad del sistema dentro del marco de referencia que fijan los objetivos y las restricciones del problema. Cuando el modelo ha sido bien escogido o construido, se espera que la solución del problema real sea teórica. Algunas veces no es posible obtener soluciones exactas para el problema original, entonces se aceptan soluciones aproximadas o bien se usan soluciones alternas en la construcción del modelo.

Para la solución del modelo, se deben realizar análisis de sensibilidad, es decir, ver cómo se comporta el modelo a cambios en las especificaciones y parámetros del sistema. Esto se hace, debido a que los parámetros no necesariamente son precisos y las restricciones pueden estar equivocadas. La selección del método de solución depende de las características del modelo.

Muchos de los procedimientos de solución tienen la característica de ser iterativos, es decir buscan la solución en base a la repetición de la misma regla analítica hasta llegar a ella, si la hay, o cuando menos a una aproximación.

**4. Prueba, ajuste y monitoreo de los resultados del modelo.** Es inevitable que la primera versión de un modelo matemático grande tenga muchas fallas. Sin duda, algunos factores o interpelaciones relevantes no se incorporaron al modelo y algunos parámetros no se estimaron correctamente. Esto no se puede eludir dada la dificultad de la comunicación y la comprensión de todos los aspectos y sutilezas de un problema

operacional complejo, así como la dificultad de recolectar datos confiables. Por lo tanto, antes de usar el modelo debe probarse exhaustivamente para intentar identificar y corregir todas las fallas que se pueda.

Después de una larga serie de modelos mejorados, el equipo de IO concluye que el modelo actual produce resultados razonablemente válidos. Aunque sin duda quedarán algunos problemas menores ocultos en el modelo (y quizá nunca se detecten), las fallas importantes se habrán eliminado de manera que sea confiable usar el modelo.

Este proceso de prueba y mejoramiento de un modelo para incrementar su validez se conoce como **validación del modelo**. El grupo que hace esta revisión debe, de preferencia, incluir por lo menos a una persona que no haya participado en la formulación. Al examinar de nuevo la formulación del problema y compararla con el modelo pueden descubrirse errores. También es útil asegurarse de que todas las expresiones matemáticas sean consistentes en las dimensiones de las unidades que emplean. Puede obtenerse un mejor conocimiento de la validez del modelo variando los valores de los parámetros de entrada y/o de las variables de decisión, y comprobando que los resultados del modelo se comporten de una manera factible. Con frecuencia, esto es especialmente revelador cuando se asignan a los parámetros o a las variables valores extremos cercanos a su máximo o a su mínimo.

Un enfoque más sistemático para la prueba del modelo es emplear una **prueba retrospectiva**. Cuando es aplicable, esta prueba utiliza datos históricos y reconstruye el pasado para determinar si el modelo y la solución resultante hubieran tenido un buen desempeño, de haberse usado. La comparación de la efectividad de este desempeño hipotético con lo que en realidad ocurrió, indica si el uso del modelo tiende a dar mejoras significativas sobre la práctica actual. Cuando se determina que el modelo y la solución no son válidos, es necesario iniciar nuevamente el proceso revisando cada una de las fases de la metodología de la IO.

**5. Implementación de la solución.** Una vez que se haya obtenido la solución o soluciones del modelo, el siguiente y último paso del proceso es interpretar esos resultados y dar conclusiones y cursos de acción para la optimización del sistema.

Es importante que el equipo de IO participe, tanto para asegurar que las soluciones del modelo se traduzcan con exactitud a un procedimiento operativo, como para corregir

cualquier defecto en la solución que salga a la luz en este momento. El éxito de la puesta en práctica depende en gran parte del apoyo que proporcionen tanto la alta administración como la gerencia operativa. Es más probable que el equipo de IO obtenga este apoyo si ha mantenido a la administración bien informada y ha fomentado la guía de la gerencia durante el estudio.

La IO reúne muchos métodos para resolver disímiles problemas, teniendo en cuenta las necesidades reales y objetivas que presenta la unidad objeto de estudio. A continuación se explican un conjunto de herramientas que permite abordar los problemas de decisión en el proceso quirúrgico del hospital, relacionados con la mejora de la eficiencia y la calidad en los procesos quirúrgicos, que ayudan en la toma de decisiones.

### **2.3 índice integral de desempeño de procesos hospitalarios como herramienta para evaluar**

La necesidad de mejorar los procesos con un impacto significativo en los costos de la organización, ha llevado a Claveranne y Pascal (2004) a definir el peso económico como criterio para priorizar procesos a mejorar y la coyuntura actual en que se desenvuelven los servicios hospitalarios, impulsados a trabajar por la racionalización y uso eficiente de los recursos, son las premisas que conducen al diseño de un índice integral que engloba un determinado número de indicadores que miden la eficacia, eficiencia y calidad de los procesos hospitalarios.

Este índice integral favorece la retroalimentación y el control sobre el funcionamiento de los procesos hospitalarios como vía para detectar oportunamente las desviaciones y realizar los ajustes correspondientes, identificar las oportunidades de mejora y comprobar la efectividad de las mejoras implementadas y proyectadas (Hernández Nariño (2010). De acuerdo con los intereses de la presente investigación se hace necesario definir un índice integral que mida el desempeño de un proceso en específico. Los pasos para su diseño son:

#### **1. Obtención de indicadores que se utilizan en el proceso seleccionado**

Se obtienen los indicadores que intervienen en este proceso. De ser un número elevado utilizar alguna técnica como el método Delphi para tomar solo los que más incidan en el proceso seleccionado.

## 2. Estimación del peso relativo de cada indicador de acuerdo al grado de incidencia en el proceso

Los indicadores de un proceso pueden tener diferente importancia para el experto o grupos de expertos. Para Delgado Landa (2008), este hecho hace que en muchos problemas de decisión resulte necesario obtener unos pesos o indicadores de las preferencias relativas del experto por unos criterios con respecto a otros. La estimación de las preferencias relativas conlleva una fuerte carga subjetiva lo que hace necesario que para estimar dichos pesos preferenciales la selección de los expertos sea rigurosa. Para realizar este paso se pueden emplear varias técnicas dentro de las cuales se propone los procedimientos sugeridos por Saaty (1989) referido en Romero (1996) que constituye la base de la metodología multicriterio conocida por Procesos Analíticos Jerárquico (PAJ). Este procedimiento requiere de expertos para la comparación simultánea de sólo dos objetivos, es decir una comparación de valores subjetivos por parejas.

### Pasos para obtener el peso relativo de cada indicador de acuerdo al grado de incidencia en el proceso

1. Construir la matriz de comparaciones pareadas.

Esta matriz es cuadrada donde el número de filas es igual al número de columnas (**ver cuadro 2.1**).

Cuadro 2.1 Matriz de comparaciones pareadas. **Fuente:** elaboración propia.

	$I_1$	$I_2$	...	$I_n$
$I_1$	1	$r_{12}$	...	$r_{1n}$
$I_2$	$r_{21}$	1	...	$r_{2n}$
...	...	...	...	...
$I_n$	$r_{n1}$	$r_{n2}$	...	1

**Donde:**

$I_j$ =Indicadores,  $j:1,2\dots n$ .  $n$ : número de indicadores.

$r_{ij}$ = valor de la escala para definir el grado de incidencia del indicador en el proceso.

Este valor lo emite el experto respondiendo por ejemplo a la pregunta: ¿El indicador 1 incide más en el proceso seleccionado que el indicador 2? Si la respuesta es sí el experto emite su juicio de acuerdo a la escala que se muestra en el **cuadro 2.2**, si la respuesta es no el valor que se coloca es el recíproco del número que decide el experto.

Los valores numéricos que propone aplicar Saaty, (1989) son los siguientes: (1) cuando los criterios son de la misma importancia; (3) moderada importancia de un criterio con respecto a otro; (5) fuerte importancia; (7) demostrada importancia; y (9) extrema importancia. Además sugiere valores intermedios para juicios de valor contiguos. La experiencia indica que una escala de 9 unidades es razonable y refleja el grado hasta el cuál se puede discriminar la intensidad de relaciones entre los elementos. (Delgado Landa, 2008. **(Cuadro 2.2)**).

Cuadro 2.2 Escala para definir el grado de incidencia del indicador en el proceso.

**Fuente:** Adaptado de Delgado Landa, 2008.

Valores	Significación
1	Igual incidencia
2	Entre igual incidencia y moderada incidencia
3	Moderada incidencia
4	Entre moderada incidencia y fuerte incidencia
5	Fuerte incidencia
6	Entre fuerte incidencia y demostrada incidencia
7	Demostrada incidencia
8	Entre demostrada incidencia y extrema incidencia
9	Extrema incidencia

Es interesante destacar que, por su propia construcción, este tipo de matrices poseen propiedades recíprocas (esto es,  $r_{ij} = \frac{1}{r_{ji}}$ ).

2. Se suman todos los valores por columna.
3. Se divide cada elemento entre el total de su columna.

La matriz resultante recibe el nombre de comparaciones pareadas normalizada.

4. Se determina el promedio por fila de cada indicador y el resultado es el peso relativo.

#### **Determinación de la relación de consistencia.**

Una vez determinados los pesos de los criterios se determina la relación de consistencia (RC), se acepta si  $RC \leq 0,10$ . Para ello:

1. Se calcula el vector suma ponderada.
2. Se dividen los elementos del vector suma ponderada entre los pesos.
3. Se calcula un  $\lambda$  máximo promediando los valores obtenidos en el paso anterior.

4. Se calcula el índice de consistencia (IC):  $IC = \frac{\lambda_{máx} - n}{n - 1}$

5. Se determina la relación de consistencia:  $RC = \frac{IC}{IA}$

IA: es el índice aleatorio o sea el índice de consistencia de una matriz de comparaciones pareadas generada de forma aleatoria (**ver cuadro 2.3**).

Cuadro 2.3. Índice aleatorio para diferentes números de alternativas. Fuente: Orejuela Cabrera, 2008.

Número de alternativas de decisión, m	Índice aleatorio, IA
3	0.58
4	0.9
5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41

### 3. Confección del índice integral del proceso

Para el cálculo del índice integral se utiliza una fórmula que expresa una comparación entre el máximo nivel que puede ser alcanzado (en el caso de que todos los indicadores obtengan la más alta puntuación), y el que posee cada indicador en dependencia de su comportamiento real.

$$IIDPHosp = \frac{\sum_{j=1}^n P_j * V_j}{5 * \sum_{j=1}^n V_j}$$

**Dónde:**

IIDPhosp: Índice integral de desempeño del procesos hospitalario seleccionado.

Pj: puntuación del indicador j-esimo.

Vj: peso relativo del indicador j-esimo.

n: cantidad de indicadores a integrarse al índice.

### 4. Determinación de la forma de evaluación del indicador

La escala utilizada es de 1-5, tomando la tendencia de los indicadores precedentes estudiados. Para normalizar la evaluación de los indicadores se describe el valor deseado (propósito), los rangos para cada propósito y la puntuación a otorgar de acuerdo a dicho rango en la escala utilizada. (**Ver Anexo 2**).

### 5. Escala de evaluación del índice integral

Para una primera aproximación, los análisis del comportamiento del índice se harán de acuerdo a una escala, tomada de referentes anteriores (Brito Viñas, 2000; Suárez

Mella, 2001; Nogueira Rivera, 2002; Hernández Nariño, 2010), con el pleno conocimiento de que esta debe ser mejorada en virtud de reflejar, más claramente, las características de estas organizaciones. De manera que la gestión del hospital y sus procesos asistenciales, se considerará excelente para (0.80-1.00), buena para (0.60-0.80), regular para (0.40-0.60), mala (0.20-0.40) y pésima (0.00-0.20).

El índice integral posibilitará el diagnóstico y evaluación del proceso hospitalario para un número relevante de indicadores que reflejen, suficientemente, la actividad del proceso. Permite diagnosticar problemas del proceso en cuestión y la búsqueda de oportunidades de mejora, vía el análisis de los inductores de actuación. Puede igualmente ser una forma de comparación entre diferentes procesos internos similares y hospitales de igual perfil.

Se han realizado estudios anteriores en hospitales del municipio Matanzas como son el Provincial Clínico Quirúrgico “José Ramón López Tabranes”, Ginecostétrico “Dr. Julio Rafael, Alfonso Medina” y “Dr. Mario Muñoz Monroy”; Hospital Provincial Universitario “Comandante Faustino Pérez Hernández” donde se han aportado diferentes conclusiones y recomendaciones. Para seguir haciendo estudios en estas instituciones y lograr una mejora en el uso de los indicadores integrales y así una mejor eficiencia en el servicio de la salud en la provincia Matanzas se considera oportuno hacer extensivos estas investigaciones a otros hospitales de los diferentes municipios como es el caso del Hospital General Docente de Cárdenas Julio M. Aristegui Villamil en el que no se han realizados estudios relacionados con esto.

#### **2.4 Modelo de Programación Lineal (PL)**

La Programación Lineal es uno de los modelos matemáticos más utilizado dentro de la Programación Matemática y el mismo se compone de un conjunto de funciones lineales que representan un sistema bajo estudio.

Su nombre se debe esencialmente a que es un modelo que permite programar o planear a que nivel deben operar distintas actividades competitivas (variables de decisión), para lograr optimizar una función objetivo, considerando que deben cumplirse un conjunto de restricciones que tiene el sistema. Tanto la función objetivo como las restricciones se representan por igualdades o desigualdades lineales. Es un modelo de

tipo determinístico, o sea todos los valores de los coeficientes del sistema de ecuaciones son valores fijos o determinados.

Se aplica a un amplio campo de actividades de la producción, los servicios y la sociedad, como pueden ser, la confección de planes de producción óptimos, optimizar sistemas de transportación, minimizar impactos medio ambientales, etc.

El tema de programación lineal es muy extenso. Forma una de las ramas del campo de la programación matemática (Gallagher y Watson, s.a), como se muestra en la **figura 2.2**.

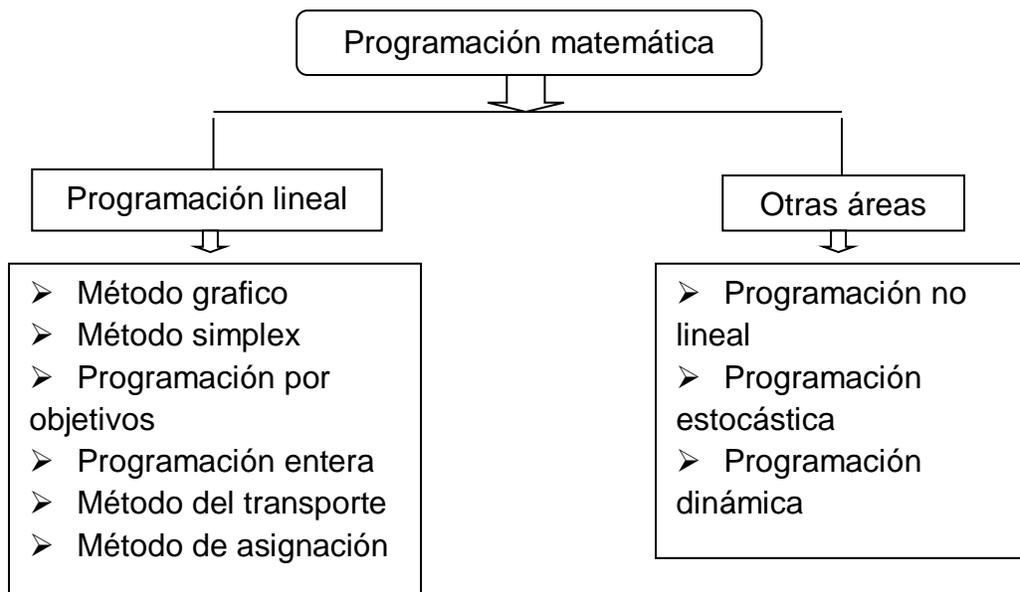


Figura 2.2 Campo de la programación matemática. Fuente elaboración propia.

Su amplio uso se debe esencialmente a la relativa facilidad para la construcción del modelo y a la existencia de herramientas poderosas para la rápida solución y análisis del modelo planteado. En la actualidad con el desarrollo de la computación se han desarrollado un conjunto de paquetes informáticos que permite además de la rápida solución, la interactividad para analizar posibles cambios en los parámetros del sistema. (WinQSB). El modelo de PL se compone de los siguientes elementos:

- Un conjunto de variables de decisión asociadas a los niveles de las actividades competitivas sobre las que se quiere determinar su nivel óptimo.
- Una función objetivo que sintetiza el objetivo que se quiere alcanzar, generalmente asociada a alguna función económica (minimizar costos, maximizar ganancias, etc.).

➤ Un conjunto de restricciones que están presentes en el sistema bajo estudio y que pueden ser de carácter de cumplimiento de las demandas, de recursos limitantes, de normas tecnológicas, etc.

➤ Las condiciones de no negatividad de las variables, esto es el planteamiento que todas deben ser mayores o iguales a cero.

➤ **Minimizar ó Maximizar la función:  $Z = C_1 x_1 + C_2 x_2 + \dots + C_n x_n$**

Donde:  $x_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) son las variables de decisión del problema, asociado al nivel de las actividades competitivas que se quieren estudiar.  $C_j$  ( $j=1, 2, \dots, n$ ) es la efectividad unitaria asociada a cada actividad o variable de decisión.

➤ **Sujeto a:**

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n & (\leq, =, \geq) b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n & (\leq, =, \geq) b_2 \\ \vdots & \vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n & (\leq, =, \geq) b_m \end{aligned}$$

que constituye el conjunto de restricciones al modelo, donde:  $b_i$  es la cantidad o nivel del “recurso”  $i$  ( $i=1, 2, \dots, m$ );  $a_{ij}$  es el consumo unitario del “recurso”  $i$  ( $i=1, 2, 3, \dots, m$ ) asociado a la actividad  $j$  ( $j=1, 2, 3, \dots, n$ ).

Matemáticamente el modelo de PL se representa de la siguiente manera:

En la función lineal que representa cada restricción sólo habrá uno de los signos ( $\leq, =, \geq$ ).

Y debe cumplirse la **condición de no negatividad** de las variables de decisión:  **$x_j \geq 0$  para  $j=1, 2, \dots, n$**

El modelo de PL puede expresarse sintéticamente de la siguiente forma:

$$\text{Max ó Min } Z = \sum_{j=1}^n C_j x_j, \text{ Sujeto a: } \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} x_{ij} \{ \leq, \geq \} b_i \text{ y la condición de no}$$

negatividad:  $x_j \geq 0$  para  $j = 1, 2 \dots n$

## 2.4.1 Pasos para la construcción de un modelo de programación lineal

### 1. Definición de las variables.

Siempre dan respuesta a la decisión que quiere tomarse en el problema bajo estudio

Las variables de decisión del problema de PL **deben quedar claramente definidas** para la construcción del modelo y es el paso más importante en el proceso de elaboración del modelo, pues de ello dependerá el resto de sus elementos.

En su definición debe quedar claro la **cantidad** (libras, kilogramos, toneladas, metros, etc.), el **tiempo** { día, semana, mes, trimestre, etc.}, la **calidad o tipos** distintos que se quieran considerar del producto en cuestión y los **lugares de realización y/o de distribución**.

En dependencia de lo anterior un problema puede tener distintos tipos de variables. Se tendrán más variables a medida que se quieren especificar más condiciones o características de la variable. En estos casos suelen utilizarse sub índices múltiples para identificar las variables durante el proceso de construcción del modelo.

## **2. Construcción de la función objetivo.**

En la función objetivo se describe matemáticamente, mediante una ecuación lineal el objetivo del problema bajo estudio y relaciona a las variables de decisión multiplicadas por los coeficientes de efectividad para el objetivo propuesto. De esta forma si lo que se desea es maximizar ganancias, la función objetivo se formaría por la suma del producto de cada variable de decisión por su ganancia unitaria.

Para la función objetivo es importante la **dimensionalidad**, o sea los coeficientes tienen que estar en la misma unidad de medida que las variables, para lograr una dimensión única. En esta función **tienen que aparecer todas las variables** que se definan para el problema.

## **3. Construcción del sistema de restricciones.**

El sistema de restricciones del modelo de PL constituyen las limitaciones o exigencias que existen para la solución del problema bajo estudio y estas deben representarse mediante un sistema de igualdades o desigualdades lineales como se describió anteriormente.

Las restricciones más usuales pueden ser:

- Por limitaciones en los recursos materiales o humanos.
- Por requerimientos de la demanda.
- Por requerimientos o normas tecnológicas.
- Por requerimientos que desea el decisor.

➤ Por capacidades limitantes.

El signo de igualdad o desigualdad estará acorde con el tipo de restricción. Si están asociadas a recursos limitantes serán desigualdades del tipo menor o igual ( $\leq$ ), si es de cumplir una demanda mínima contratada será mayor o igual ( $\geq$ ), etc.

En este caso hay que tener en cuenta la **dimensionalidad en dos sentidos**. En la parte izquierda de la restricción, donde aparece la multiplicación de los “consumos” unitarios por las variables, debe estar el denominador del coeficiente de consumo unitario en la misma unidad de la variable.

Uno de los aspectos más importantes en la construcción del sistema de restricciones es tener bien definido los coeficientes que se van a utilizar.

También es requerimiento del modelo de PL que a la **derecha de la ecuación quede un término numérico y positivo**.

Como parte del conjunto de restricciones al modelo de PL se impone la restricción de que todas las variables de decisión son mayores o iguales que cero, lo que se conoce como **condiciones de no negatividad** y se representa por:  $X_j \geq 0$  para todo valor de  $j$ .

### **Suposiciones del modelo de P.L**

Como casi todo modelo matemático debe cumplir determinados supuestos como son el de proporcionalidad y aditividad, así como la divisibilidad y el determinismo.

La proporcionalidad implica que tanto en la función objetivo como en las restricciones la medida de efectividad y el consumo de recursos sea proporcional al nivel de las variables de decisión para cualquier valor que tomen ellas. Algunos problemas de la vida real no cumplen con esta suposición, como es el caso de las llamadas producciones a escala, que a partir de un cierto valor del nivel de producción los costos disminuyen y en ese caso se violaría la suposición de proporcionalidad.

La aditividad plantea que si varias actividades se desarrollan simultáneamente el efecto de ellas es similar a la suma de si se realizaran por separado.

Otros dos supuestos del modelo de PL son la divisibilidad y el determinismo. El primero plantea que las variables que se usan en el modelo de PL son divisibles, esto es pueden tomar cualquier valor en el campo de los números reales. De aquí que si las variables tienen que tomar valores enteros, como es el caso cuando se trabaje con hombres, camiones, etc., el modelo de PL no garantizará soluciones enteras. A partir de

esta limitación se ha desarrollado la Programación en Entero en la PL que desarrolla métodos que eliminan esta suposición.

Por otra parte el determinismo o certeza en el problema de PL está relacionado con el hecho que todos los parámetros y las variables que están definidos en el modelo son valores constantes y fijos. De aquí que el modelo de PL clasifica en los llamados modelos matemáticos determinísticos en contraposición a otros modelos donde las variables o coeficientes del modelo son variables aleatorias. Para poder superar este supuesto y permitir que los coeficientes del modelo de PL puedan tener un comportamiento aleatorio se ha desarrollado la Programación Estocástica.

Antes de plantear la modelación de un objeto bajo estudio aplicando la PL hay que cerciorarse que los supuestos planteados se cumplan.

### Programa WinQSB

El WINQSB es un programa de propósito general que permite resolver problemas. Posee un ambiente amigable el cual posibilita su fácil comprensión.

Es un sistema interactivo de ayuda a la toma de decisiones que contiene herramientas muy útiles para resolver distintos tipos de problemas en el campo de la investigación de operaciones. El sistema está formado por distintos módulos, uno para cada tipo de modelo o problema. Entre ellos:

➤ Linear programming (LP) and integer linear programming (ILP): este módulo incluye los programas necesarios para resolver el problema de programación lineal gráficamente o utilizando el algoritmo del Simplex; también permite resolver los problemas de programación lineal entera utilizando el procedimiento de Ramificación y Acotación (Branch&Bound) **(ver Cuadro 2.4)**.

Cuadro 2.4 Módulos del Software profesional WinQSB. Fuente: Manual del WinQSB.



WinQSB utiliza los mecanismos típicos de la interface de Windows, es decir, ventanas, menús desplegables, barras de herramientas, etc. Por lo tanto el manejo del programa es similar a cualquier otro que utilice el entorno Windows.

## **2.5 Técnicas para la recolección y procesamiento de información y datos**

Para recolectar y procesar una parte de los datos necesarios para el desarrollo de esta investigación se emplearon las siguientes técnicas:

1. **Tormenta de ideas:** Es una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado. Es un método que se utiliza cuando la fuente de información son las personas y puede aplicarse de manera presencial, semipresencial o no presencial.

Es un tipo particular de reunión de grupo cuyo único fin es crear ideas. La tormenta de ideas se diferencia de una reunión de grupo porque en este tipo de reuniones sólo pueden participar expertos, es decir, grandes conocedores del tema a tratar.

### **¿Cómo se aplica?**

1. Se define el tema o problema.
2. Se emiten ideas libremente (sin extraer conclusiones en esta etapa).
3. Se listan las ideas.
4. Se analizan, evalúan y organizan las mismas.

El objetivo principal de la aplicación de esta técnica es obtener la mayor cantidad de ideas posible y no su calidad. Los equipos a menudo emplean la tormenta de ideas como una herramienta para crear consenso, y en situaciones donde necesitan generar un número elevado de ideas.

### **Pasos claves de la tormenta de ideas:**

**Paso No.1:** Inicio de la sesión.

- Establecer un límite de tiempo para la sesión, generalmente con 30 minutos es suficiente.
- Designar uno o más registradores, cuya tarea consiste en anotar todas las ideas que se emitan, donde todos puedan verlas, a medida que las mismas sean enunciadas.
- Establecer las reglas:
  - a. No modificar lo que se dice y abstenerse de criticar ideas.
  - b. Tratar de generar tantas ideas como sea posible.

- c. Desarrollar luego un proceso de reducción y ponderarlas.
- d. Alentar ideas exageradas o disparatadas.
- e. Edificar sobre las ideas de los demás.

**Paso No.2:** Determinar el método de **tormenta de idea** a utilizar.

Tipos de **tormenta de ideas**:

**Aleatorio:**

- Los integrantes del grupo enuncian todas las ideas a medida que se le van ocurriendo.
- Las ideas se enumeran mientras son emitidas.

**Secuencial:**

- Cada uno va emitiendo sus ideas por turno.
- Cualquiera puede “pasar” cuando llega su turno.
- Se continúa hasta que no se generen más ideas.
- Todas las ideas son enumeradas a medida que son emitidas.

**Luego de finalizar la tormenta de ideas:**

- Priorice las ideas de manera que lo ayuden a decidir por dónde comenzar.
- Cuando se vea enfrentado a grandes cantidades de información, clasifíquelas de acuerdo con temas comunes.
- Tal vez tenga que recopilar datos que apoyen o prueben las ideas.

**Ventajas**

La tormenta, o lluvia, de ideas posee una serie de características que la hacen muy útil cuando se pretende obtener un amplio número de ideas sobre las posibles causas de un problema, acciones a tomar, o cualquier otra cuestión. Una observación añadida es que este método sirve de entrada, o de fase previa, para otras técnicas de análisis.

Estimula la creatividad ayudando a romper con ideas antiguas o estereotipadas. Produce un amplio número de ideas. A los componentes del grupo se les anima a expresar las ideas que vienen a su mente sin ningún prejuicio ni crítica. Permite la implicación de todos los miembros del equipo. Se construye un entorno que hace posible la participación de todos y reduce la probabilidad de aparición de conflictos. Permite la proliferación de un buen número de ideas que son formuladas sintéticamente. Se garantiza que el éxito de las ideas no dependa de la brillantez en la

exposición de las mismas. Cristaliza todas las opiniones del grupo, equilibrando la participación. Permite al equipo llegar rápidamente a un consenso.

**2. Método Kendall:** Consiste en la recopilación o recogida de criterios de un grupo de expertos. El método unifica el criterio de los especialistas con conocimiento de la temática, de manera que cada integrante del equipo (se debe trabajar con 7 expertos como mínimo) haya ponderado según el orden de importancia, a criterio propio.

Este método posee un procedimiento matemático y estadístico que permite validar la fiabilidad del criterio de los expertos mediante el **coeficiente de concordancia de Kendall (W)**.

**Paso No.1:** Construir el instrumento a partir del cual los expertos emitirán su juicio sobre el ordenamiento que darían al conjunto de entes según el grado de importancia que cada uno de ellos le atribuye, donde 1 es lo más importante.

**Paso No.2:** Presentar el instrumento a cada uno de los expertos por separado e invitarlos a realizar la operación de ordenamiento. El facilitador del proceso puede efectuar todas las iteraciones por diferentes vías: a) Personal cara a cara; b) Por vía electrónica; c) Por correo convencional, u otras.

**Paso No.3:** Una vez recibidas las respuestas de los expertos se construye la Matriz de Rango tal y como aparece en el **Cuadro 2.5**.

Cuadro 2.5 Matriz de rango. **Fuente:** elaboración propia.

Criterios de decisión	Expertos					
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	...	E <sub>j</sub>	...	E <sub>k</sub>
C <sub>1</sub>	a <sub>11</sub>	a <sub>12</sub>	...	a <sub>1j</sub>	...	a <sub>1k</sub>
C <sub>2</sub>	a <sub>21</sub>	a <sub>22</sub>	...	a <sub>2j</sub>	...	a <sub>2k</sub>
...	...	...	...	...	...	...
C <sub>i</sub>	a <sub>i1</sub>	a <sub>i2</sub>	...	a <sub>ij</sub>	...	a <sub>ik</sub>
...	...	...	...	...	...	...
C <sub>m</sub>	a <sub>m1</sub>	a <sub>m2</sub>	...	a <sub>mj</sub>	...	a <sub>mk</sub>

**Dónde:**

**m:** Cantidad de expertos (i=1,m).

**k:** Cantidad de criterios o atributos a evaluar (j=1,k)

**Rmk:** Es la evaluación en puntos de la escala establecida para el criterio o atributo i realizada por el experto j de acuerdo al rango prefijado.

**Paso No.4**

1. Sumar todos los valores por fila.

2. Calcular el coeficiente (T):  $T = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k a_{ij}}{k}$

3. Calcular  $\Delta$ : se hace por fila y uno por uno. Los  $\Delta$  negativos serán los más importantes:

$$\Delta = \sum_{i=1}^m a_{ij} - T$$

4. Elevar  $\Delta$  al cuadrado, se halla la sumatoria al final de la columna.

$$W = \frac{12 \sum_{j=1}^k \Delta^2}{m^2(k^3 - k)} \geq 0.5$$

5. Hallar el coeficiente de Kendall (W):

El coeficiente adopta valores **[0,1]**. Si **W ≥ 0,5** se acepta el nivel de concordancia. Si **W < 0.5** se repite el estudio, de haber un número de expertos mayor que 7 deben eliminarse los que más variedad de criterios dieron, respetando siempre  $m \geq 7$ .

6. Decidir por los criterios de decisión más importantes, en este caso los  $\Delta$  negativos.

**3. Medidas de tendencia central:** Las medidas de tendencia central son puntos en una distribución, los valores medios o centrales de ésta, ayudan a ubicar dentro de una escala de medición. Las principales medidas de tendencia central son tres: moda, mediana y media. El nivel de medición de la variable determina cuál es la medida de tendencia central apropiada.

Para el desarrollo de esta tesis se utiliza la moda y la media.

La **moda** es la categoría o puntuación que ocurre con mayor frecuencia o sea el valor que más se repite. Se utiliza con cualquier nivel de medición.

La **media** es la medida de tendencia central más utilizada y puede definirse como el promedio aritmético de una distribución. Se simboliza como:  $\bar{X}$  y es la suma de todos los valores dividida por el número de casos. Es una medida solamente aplicable a mediciones por intervalos o de razón. Carece de sentido por variables medidas en un nivel nominal u ordinal. Su fórmula es:

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

Dónde:  $x_i$  - cada una de las observaciones  
 $n$  - números de observaciones

4. **Método de expertos:** Este método permite consultar un conjunto de expertos para apoyar en la investigación, sustentada por sus conocimientos, investigaciones, experiencias, estudios bibliográficos, entre otros; dando la posibilidad a los expertos de analizar el tema, de ser posible garantizar que participen de manera conjunta. (Frías y Cuétara, 2006)

### **Selección de expertos**

Se entiende por experto, al individuo o grupo de personas y organizaciones capaces de ofrecer valoraciones conclusivas de un problema en cuestión y hacer recomendaciones respecto a sus aspectos fundamentales, con un máximo de competencia. Es decir, la opinión que tienen las personas expertas acerca de las características que debe poseer un experto en lo que a conocimiento se refiere y otras. En la segunda columna se consigna la prioridad o peso que posee la característica, dada en un experto concreto. Esto suple la tradicional escala utilizada por otros autores donde sólo se obtiene un valor escala asignado por el propio evaluado.

La tercera columna expresa la votación que realiza el propio evaluado o la percepción que tiene un tercero acerca de la presencia o no de la característica en el sujeto objeto de evaluación.

Dónde **Ka**: es el **coeficiente de argumentación** o fundamentación de los criterios del experto, conseguido como consecuencia de la suma de los puntos adquiridos en función de la fuente y de la escala propuesta: Alto, Medio, Bajo. **(Ver anexo 3)**

Al experto se le presenta esta tabla sin cifras, orientándoles que marque con una (x) sobre cuál de las fuentes ha influido más en su conocimiento de acuerdo con los niveles Alto, Medio, Bajo.

Posteriormente utilizando los valores que aparecen en la tabla patrón se determina el valor de Ka para cada aspecto.

De tal modo que:

Si  $Ka = 1$  (influencia alta de todas las fuentes)

Si  $Ka = 0.7$  (influencia media de todas las fuentes)

Si  $Ka = 0.5$  (influencia baja de todas las fuentes)

Teniendo en cuenta la explicación anterior, se procede al cálculo del Coeficiente de Competencia (K), el cual debe estar en el rango **0.7-1**, para elevar el nivel de selección de los expertos.

## **2.6 Conclusiones del capítulo**

1. La metodología para aplicar Investigación de Operaciones sigue un orden habitual: definición del problema, construcción del modelo, solución del modelo, prueba del modelo, ajustes del modelo y monitoreo de resultados e implementación de la solución.
2. La Investigación de Operaciones incluye un grupo significativo de modelos que posibilita resolver disímiles problemas del ámbito empresarial.
3. El índice integral permite la retroalimentación y el control sobre el funcionamiento de los procesos quirúrgicos del hospital, admite no solo evaluar sino también diagnosticar oportunamente deficiencias, identificar oportunidades de mejora y comprobar la efectividad de las mejoras implementadas.
5. La programación lineal permite planear a que nivel deben operar distintas actividades competitivas, para lograr optimizar una función objetivo, considerando un conjunto de restricciones que tiene el sistema. Se aplica a un amplio campo de actividades de la producción, los servicios y la sociedad.

## Capítulo 3. Resultados y análisis de la aplicación de la Investigación de Operaciones a los problemas de decisión en el proceso quirúrgico

### 3.1 Introducción

Teniendo en cuenta la caracterización del problema científico expuesto en la introducción de esta tesis de maestría, se desarrolla la validación práctica de los resultados científicos en este trabajo que constituyen en su conjunto un valioso soporte al proceso de toma de decisiones en los procesos quirúrgicos en el Hospital Julio M. Aristegui Villamil con apoyo de herramientas de la Investigación de Operaciones.

Este capítulo aborda en lo fundamental:

- Caracterización del Hospital Julio M. Aristegui Villamil, particularizando el proceso quirúrgico electivo.
- Proceso de selección de expertos.
- Identificación y descripción de los problemas de decisión en el proceso quirúrgico electivo del hospital.
- Propuesta de solución a la problemática: medición del desempeño del proceso quirúrgico electivo mediante la obtención de un índice integral.
- Propuesta de solución a la problemática: Análisis de la capacidad para realizar las operaciones electivas y la existencia de lista de espera.

### 3.2 Caracterización del Hospital Julio M. Aristegui Villamil

El hospital general docente Julio M. Aristegui Villamil se encuentra ubicado en carretera Cárdenas-Varadero Km 2. Brinda los servicios especializados clínicos quirúrgicos y materno infantil a aproximadamente 200 000 habitantes con una dotación de 259 camas. Cuenta con una plantilla de 931 trabajadores de ellos 191 son médicos, 263 enfermeros y el resto: personal técnico, servicios, obreros y administrativos.

Tiene como **objeto social** brindar servicios de salud a los ciudadanos cubanos, las especialidades y modalidades definidas para el centro, efectuar el control higiénico epidemiológico del medio intrahospitalario, realizar actividades de investigación y desarrollo, realizar actividades de educación para la salud, brindar atención integral de promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de la salud y realizar actividades docentes de perfeccionamiento.

El hospital tiene la **misión** de brindar asistencia médica especializada e integral, clínica quirúrgica y materno infantil, así como garantizar la docencia y la investigación que permita mejorar la calidad de vida de la población.

La **visión** es lograr en el año 2012 una alta calidad en la atención médica, elevada preparación científica y política de sus trabajadores, un alto desempeño de sus cuadros y una infraestructura constructiva que nos permita garantizar el flujograma adecuado en la atención integral al paciente grave.

### **3.2.1 Caracterización del Proceso quirúrgico electivo**

Como se ha señalado en la introducción de esta tesis el proceso de interés en la investigación es el proceso quirúrgico por contar con una lista de espera la cual es de interés del hospital eliminar.

El proceso comienza con la llegada del paciente que tiene la necesidad de ser atendido por un médico. Acude a la consulta quirúrgica según la especialidad que requiera, es diagnosticado y se le indican los complementarios y que asista luego a la consulta preoperatoria de anestesia con el fin de corregir las enfermedades asociadas o padecimientos. En esta consulta se define entre otras cosas el riesgo quirúrgico y el riesgo del estado físico. Después de 30 días de ser diagnosticado si su intervención no fue posible en ese tiempo se coloca el paciente en lista de espera, finalmente es operado.

El proceso quirúrgico electivo se realiza en el salón de operaciones del hospital, de acuerdo con la programación de cirugías. De acuerdo al tipo de intervención quirúrgica a realizar los insumos pueden variar y quedar a elección del médico al momento de operar, al igual que los medicamentos que se le suministrará al paciente. Posterior a la intervención quirúrgica, el paciente debe ser trasladado a la sala de postanestesia para su recuperación.

La intervención quirúrgica se caracteriza de la siguiente forma:

1. El proceso comienza desde que el paciente entra al salón, hasta que éste queda habilitado para el próximo paciente, lo que comprende: aseo completo, instrumental adecuado, equipos y mesas quirúrgicas.
2. El paciente ingresa al salón previamente preparado.

3. Luego se produce el proceso anestésico, que corresponde al momento en que el anesthesiólogo punciona al paciente o realiza actividades anestésicas (monitorización, procedimientos invasivos, entre otros). De esta forma, es el anesthesiólogo quien indica al cirujano que puede comenzar la intervención quirúrgica.

4. La cirugía comienza en el momento en que el cirujano realiza pincelación de la zona operatoria, o en su defecto se colocan los paños clínicos.

5. El término de la cirugía se produce cuando se colocan los apósitos en la herida operatoria o en su defecto el cirujano se retira de la mesa quirúrgica.

6. Al término de la intervención quirúrgica, el paciente es ingresado a la sala de recuperación. Cuando el paciente se ha recuperado, la salida se produce por la misma puerta de su ingreso.

El proceso quirúrgico electivo contiene una lista de espera de pacientes, la cual es intención del hospital en el mejor de los casos eliminar o al menos reducir. El mismo se refleja en la **figura 3.1**.

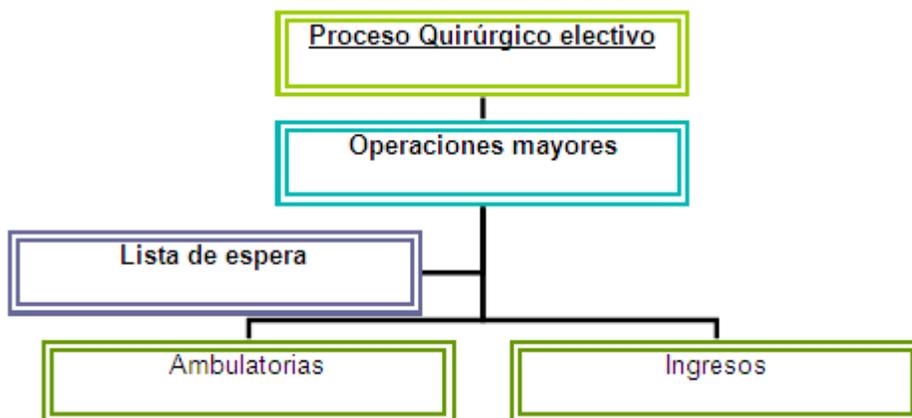


Figura 3.1. Esquema del proceso quirúrgico electivo. Fuente: elaboración propia.

### 3.3 Selección del equipo de trabajo (expertos) de la investigación.

Para apoyar la investigación en el proceso quirúrgico del hospital se decide establecer un equipo de trabajo multidisciplinario, integrado como mínimo por siete compañeros de las diferentes áreas involucradas.

Se toman en cuenta a las siguientes personas:

1. Presidenta del comité de evaluación de la calidad hospitalaria. Anesthesióloga.
2. Vice directora técnica.
3. Jefa del departamento de estadística.

4. Especialista de Economía.
5. Jefe de servicios de anestesiología.
6. Jefe de servicios de cirugía general.
7. Jefe de servicios de urología.

Con el fin de determinar si en realidad estos trabajadores se les puede considerar expertos, se decide realizar un método de evaluación de expertos, específicamente el propuesto por Frías y Cuétara (2006) en el libro HASPNET. Para ello a cada posible experto se le realiza un cuestionario, **ver anexo 3**, procesándose los resultados de los 7 cuestionarios mediante el software Decisoft, y calculando los coeficientes de experticidad, si estos son mayores o iguales que 0.7, entonces se pueden considerar expertos y son merecedores de integrar el equipo de trabajo de la investigación. La salida del Software se aprecia en el **cuadro 3.1**.

Cuadro 3.1. Resultados del método de selección de expertos. Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del Software Decisoft.

Expertos	Valor	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
<b>Coefficiente de Conocimiento: Kc</b>		0.946	0.719	1.00	1.00	0.751	1.00	0.873
<b>Conocimiento</b>	0,181	X	X	X	X	X	X	X
<b>Competitividad</b>	0,086	X	X	X	X	X	X	X
<b>Disposición</b>	0,054	X	X	X	X	X	X	X
<b>Creatividad</b>	0,100	X		X	X	X	X	X
<b>Profesionalidad</b>	0,113	X	X	X	X	X	X	X
<b>Capacidad de análisis</b>	0,122	X	X	X	X		X	X
<b>Experiencia</b>	0,145	X	X	X	X	X	X	X
<b>Intuición</b>	0,054			X	X	X	X	X
<b>Actualización</b>	0,127	X		X	X		X	
<b>Colectividad</b>	0,018	X	X	X	X	X	X	X

Según los resultados alcanzados se concluye que los trabajadores seleccionados son realmente expertos, y queda conformado así el equipo de trabajo de la investigación.

### 3.4 Identificación y descripción de los problemas de decisión en el proceso quirúrgico electivo del Hospital Julio M. Aristegui Villamil

Se realiza una tormenta de ideas con los expertos, con el objetivo de conocer las diferentes problemáticas relacionadas con las decisiones administrativas que se toman en el proceso quirúrgico del Hospital Julio M. Aristegui Villamil, se obtienen los problemas de decisión que se listan a continuación:

1. Servicio ginecológico por escasez de personal.
2. Suministro de vapor a la central de esterilización.
3. Medición del desempeño del proceso quirúrgico electivo.
4. Análisis de la capacidad para realizar las operaciones electivas y la existencia de lista de espera.
5. Suministro de recursos imprescindible para la realización de las intervenciones quirúrgicas.
6. Servicios de anestesiología y reanimación por escasez de personal.

Todos ellos están relacionados de alguna manera con el proceso quirúrgico electivo.

Por razones de tiempo no es posible darle solución a toda la problemática planteada.

Se decide aplicar el método Kendall con el objetivo de conocer cuáles son los problemas que con mayor prioridad deben ser abordados. Nuevamente la colaboración de los expertos es primordial en esta tarea. Deben dar un orden de preferencia entre los 6 problemas. **(Cuadro 3.2)**

Cuadro 3.2. Aplicación del método Kendall. **Fuente:** Elaboración propia.

Problemas de decisión	Criterio de los Expertos							Procesamiento			
	1	2	3	4	5	6	7	$\Sigma a_i$	T	$\Delta$	$\Delta^2$
1	3	3	4	4	4	4	3	25	25	0	0
2	5	5	6	6	5	6	4	37	25	12	144
3	1	1	2	1	2	1	1	9	25	-16	256
4	2	2	1	2	1	2	2	12	25	-13	169
5	4	4	3	3	3	3	5	25	25	0	0
6	6	6	5	5	6	5	6	39	25	14	196
								$\Sigma \Sigma 147$			$\Sigma 765$

Datos:  $m = 6$  (Problemas)  $k = 7$  (Expertos)

$$T = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k a_{ij}}{k} = \frac{147}{6} = 24,5 \approx 25 \quad \text{El factor de comparación es 25.}$$

Para conocer si existió consenso entre los criterios de los expertos se procede a calcular el coeficiente de concordancia.

$$W = \frac{12 \sum_{j=1}^k \Delta^2}{m^2(k^3 - k)} \geq 0.5 \quad W = \frac{12 * 765}{49(216 - 6)} = \frac{9180}{10290} = 0,8921$$

Como puede observarse el coeficiente es mayor que 0.5 lo que indica que existió consenso. Finalmente se llega a la conclusión que los problemas que más rápido deben ser resuelto son: el 3 (Medición del desempeño del proceso quirúrgico electivo) y el 4 (Análisis de la capacidad para realizar las operaciones electivas y la existencia de lista de espera).

A partir de los problemas seleccionados como más importantes y por tanto los que son identificados como de mayor prioridad, se procede a dar solución a estas problemáticas utilizando la metodología de la Investigación de Operaciones<sup>3</sup>. Se debe aclarar que en esta investigación solo se materializan los tres primeros pasos, ya que los restantes dependen de que el hospital ponga en práctica la solución propuesta.

### **3.5 Solución a la problemática (3): medición del desempeño del proceso quirúrgico electivo mediante la obtención de un índice integral**

El problema de decisión es ¿cómo medir cuantitativamente el desempeño del proceso quirúrgico en el Hospital Julio M. Aristegui Villamil?

Como propuesta de solución al problema objeto de estudio, se propone evaluar el desempeño quirúrgico electivo a partir de un índice integral que agrupe los indicadores que el hospital maneja. Para esto se emplea el índice integral de desempeño de procesos hospitalarios como herramienta para evaluar, descrita en el capítulo 2.

<sup>3</sup> Ver consideraciones teóricas en el capítulo 2

### 1. Obtención de indicadores que se utilizan en el proceso quirúrgico electivo

Es necesario mediante el análisis documental examinar los documentos que posee el departamento de estadística del hospital. Se investigan los indicadores que utiliza el hospital relacionados con el proceso quirúrgico electivo, los mismos se listan y explican:

1. Rendimiento quirúrgico por salón: es la cantidad de pacientes que son operados en tiempo electivo en cada día hábil.
2. Estadía pre-operatoria. Días de estancia de pacientes en programación quirúrgica electiva antes de ser operado.
3. Índice de reintervenciones: cantidad de pacientes que son operados nuevamente por la misma causa.
4. Índice de operaciones suspendidas: Procedimiento quirúrgico programado para realizar en quirófanos de acuerdo con la programación de cirugías y suspendidas por alguna causa no médica. Su objetivo es identificar la barrera de los procesos quirúrgicos que ocasionan la suspensión de cirugías.
5. Operaciones por especialista quirúrgico: cantidad de operaciones electiva que realiza un especialista por mes.

La fórmula para calcular estos indicadores así como los objetivos a los cuales tributa cada uno se aprecia en el **anexo 4**.

### 2. Estimación del peso relativo de cada indicador de acuerdo al grado de incidencia en el proceso

Es necesario establecer el grado de incidencia en el proceso quirúrgico electivo de cada indicador, para ello se utiliza la matriz de Saaty. Para realizar dicha matriz es necesaria la colaboración del grupo de experto quienes llegando a un consenso emitieron su juicio del grado de preferencia entre un indicador y otro. El **Cuadro 3.3** muestra los resultados. Se le hace corresponder un número a cada indicador de acuerdo a la lista del paso anterior para facilitar el manejo de los datos en las restantes tablas.

Cuadro 3.3 Matriz de comparaciones pareadas. **Fuente:** elaboración propia.

	1	2	3	4	5
1	1	7	5	2	1/2
2	1/7	1	1/3	1/6	1/8
3	1/5	3	1	1/4	1/6
4	1/2	6	4	1	1/2
5	2	8	6	3	1

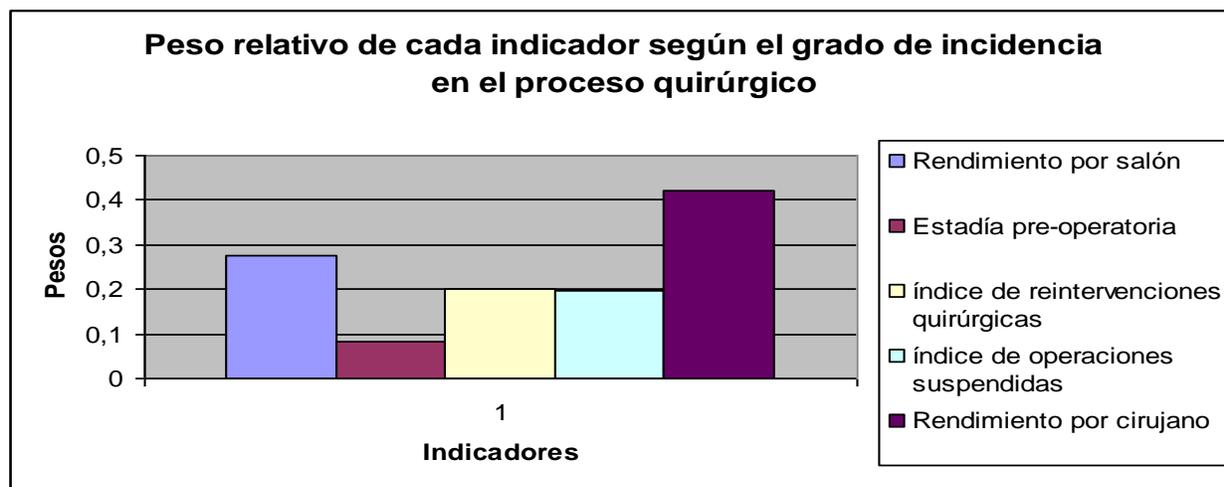
<b>Total</b>	3,48	25	16,33	6,42	2,29
--------------	------	----	-------	------	------

El **cuadro 3.4** muestra los resultados de la matriz de comparaciones pareadas, se obtiene un promedio que es considerado el peso del indicador. Para mostrar de manera gráfica estos resultados se realiza el **cuadro 3.5**.

Cuadro 3.4 Comparaciones pareadas normalizada. Fuente: elaboración propia.

	1	2	3	4	5	Promedio
1	0,26041667	0,28	0,30618494	0,31152648	0,218341	0,27529382
2	0,03720234	0,04	0,02041231	0,25960545	0,05458515	0,08236105
3	0,05208333	0,12	0,06123699	0,03894081	0,72780218	0,20001266
4	0,13020833	0,24	0,24494795	0,15576324	0,21834061	0,19785203
5	0,52083333	0,32	0,36742192	0,46728972	0,43668122	0,42244524

Cuadro 3.5 Peso relativo de los indicadores. Fuente: elaboración propia.



Es notorio que las operaciones por especialista quirúrgico tienen un peso realmente alto (0.42) esto significa que es el indicador que más incide sobre el proceso quirúrgico electivo. Contrario a esto se evidencia que el indicador que menos incide es el de estadía pre-operatoria con un peso de aproximadamente 0.08.

### 3. Confección y evaluación del índice integral del proceso

A partir de las fórmulas que aparecen en el anexo 4 se calculan los indicadores con datos de los últimos 5 años con el objetivo de analizar la tendencia que han tenido cada uno por separado.

El **cuadro 3.6** muestra los resultados de los indicadores en los últimos 5 años con sus respectivas puntuaciones atendiendo a la normalización según el **anexo 2**. Las puntuaciones significan 1: pésimo; 2: malo; 3: regular; 4: bueno y 5: óptimo.

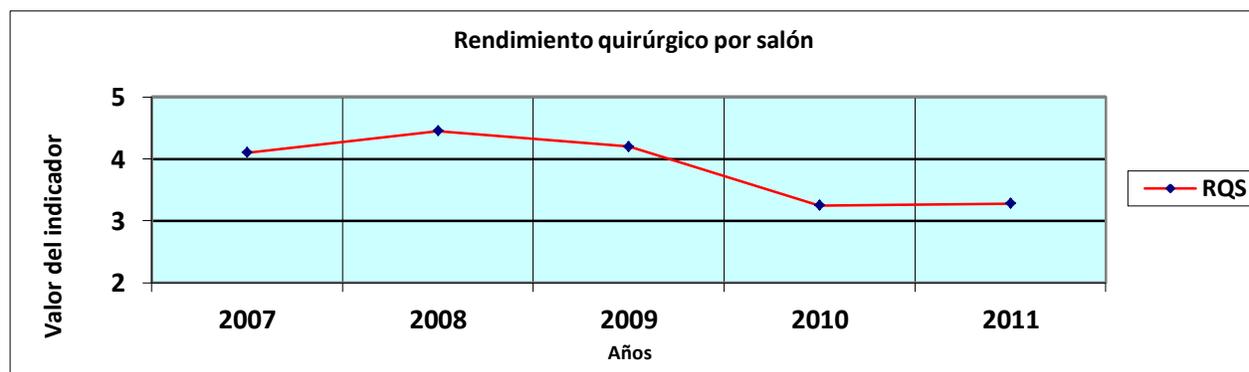
Debido a subregistros existentes en los datos que recoge el departamento de estadística se determinan los valores a partir de una libreta de incidencias que tienen los especialistas, con el fin de acercarnos más a la eficiencia real que presenta el proceso quirúrgico electivo.

Cuadro 3.6 Resultados de los indicadores de 2007 a 2011. Fuente: elaboración propia.

Indicadores	Peso	2007	P	2008	P	2009	P	2010	P	2011	P
Rendimiento quirúrgico por salón	0,27529382	4,1	3	4,45	3	4,2	3	3,25	2	3,28	2
Estadía preoperatoria	0,08236105	1	4	1	4	1,1	3	1,1	3	1,1	3
Índice de reintervenciones	0,20001266	1	2	1,05	1	1,2	1	1,32	1	1,4	1
Índice de operaciones suspendidas	0,19785203	0,68	2	0,82	2	0,97	2	1,01	1	1,3	1
Operaciones por especialistas quirúrgicos	0,42244524	11,01	5	10,5	4	10,2	4	10,1	4	10	4
Índice integral		0,6899	4	0,5842	3	0,5702	3	0,4899	3	0,4899	3

El **cuadro 3.7** muestra el comportamiento del indicador Rendimiento Quirúrgico por Salón durante los últimos 5 años mostrando una tendencia ligera a decrecer de regular a mal, aspecto negativo, pues indica que la eficiencia ha disminuido en cuanto al aprovechamiento de los salones.

Cuadro 3.7. Comportamiento del indicador: Rendimiento Quirúrgico por salón. Fuente: elaboración propia.



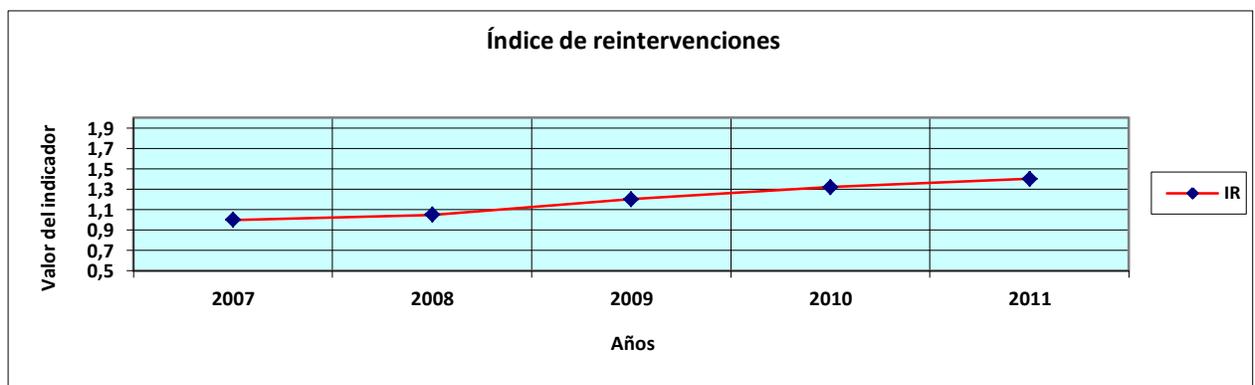
La Estadía preoperatoria ha tenido un ligero ascenso a partir del 2009 (**cuadro 3.8**), significa que la eficiencia ha disminuido de bien a regular. Este indicador requiere un análisis para que en los próximos años no continúe con la tendencia de aumentar, pues puede disparar los costos del hospital significativamente.

Cuadro 3.8. Comportamiento del indicador: Estadía Preoperatoria. Fuente: elaboración propia.



El Índice de Reintervenciones ha tenido una tendencia en los últimos años a aumentar ligeramente (**cuadro 3.9**). Esto significa que la eficacia ha disminuido en cuanto a las intervenciones quirúrgicas de malo a pésimo.

Cuadro 3.9. Comportamiento del indicador: Índice de Reintervenciones. Fuente: elaboración propia.



El Índice de Operaciones Suspendidas ha aumentado ligeramente desde el año 2007 (**cuadro 3.10**). Esto significa que han existido problemas de eficacia, pues no se ha logrado operar todos los casos que se planifican. Su comportamiento ha sido de malo a pésimo.

Cuadro 3.10. Comportamiento del indicador: Índice de Operaciones Suspendidas.  
Fuente: elaboración propia.

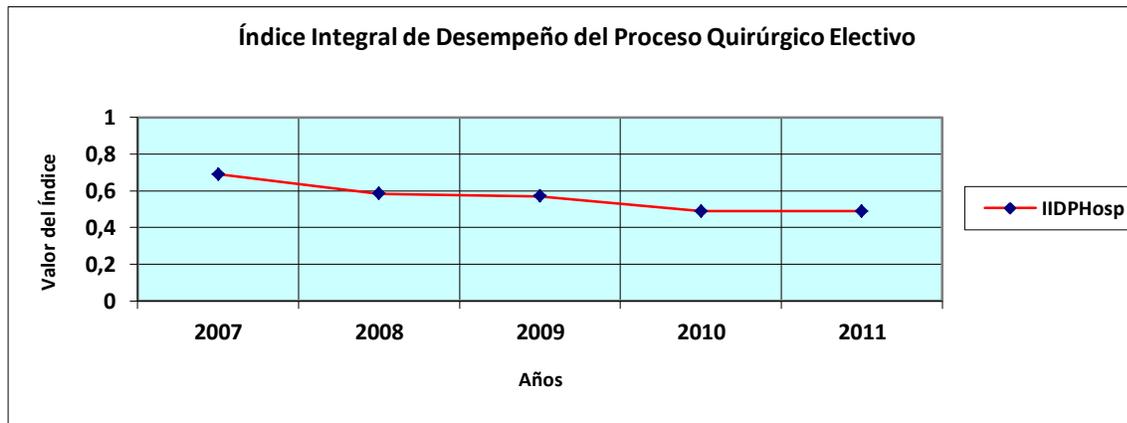


Las Operaciones por Especialista Quirúrgico han tenido un ligero descenso (**cuadro 3.11**), aunque a partir de 2008 se observa un estancamiento en el comportamiento de este indicador. En el 2007 su comportamiento fue óptimo y de 2008 a 2011 fue bueno. Para analizar el comportamiento del Índice Integral de Desempeño del Proceso Quirúrgico Electivo en el período 2007-2011, puede ayudar el **cuadro 3.12**. El mismo muestra un ligero descenso, aspecto desfavorable pues el desempeño del proceso fue bueno en el 2007 y a partir de 2008 hasta 2011 fue regular, lo que indica un estancamiento.

Cuadro 3.11. Comportamiento del indicador: Operaciones por Especialista Quirúrgico.  
Fuente: Elaboración propia.



Cuadro 3.12. Comportamiento del Índice Integral de Desempeño del Proceso Quirúrgico Electivo. Fuente: elaboración propia.



### 3.5.1 Deficiencias detectadas en el manejo de los 5 indicadores estudiados

#### 1. Rendimiento quirúrgico por salón

##### Deficiencias.

Para calcular el rendimiento quirúrgico por salón el departamento de estadística determina, entre otras, el total de días salón para programación quirúrgica electiva. Lo obtienen a partir de los días en que puede funcionar correctamente el salón. Para su manejo es un valor variable en dependencia de eventualidades que se les puedan presentar. Esto no mide la correcta eficiencia del uso del salón.

Como los salones para operaciones electivas deben trabajar 5 días de la semana de lunes a viernes. El fondo de tiempo que debe trabajar eficientemente un salón es un valor que oscila entre 20 y 23 días hábiles que tiene un mes. Se obtiene contando los días hábiles del mes (de lunes a viernes).

Existen meses en los que las calderas han estado rota, sin embargo el valor del indicador que ellos registran no se ha visto afectado, pues los días en que no pudieron operar por problemas con las calderas no lo cuentan como día hábil. Con esto no se mide la verdadera eficiencia en el aprovechamiento de los salones.

#### 2. Estadía preoperatoria

Este indicador no presenta insuficiencias en el manejo de su obtención. Los valores resultantes se comportan ligeramente por debajo del propósito del hospital.

### 3. Índice de reintervenciones e Índice de operaciones suspendidas

Estos indicadores revelan el nivel de eficacia de las intervenciones y de la programación de las cirugías.

**Deficiencia 1:** Existe un subregistro de operaciones suspendidas y de reintervenciones.

**Causa:** Los especialistas no informan todas las operaciones que se suspenden, ni todos los casos en que hay que reintervenir.

**Consecuencia:** La estadística que se recoge no se corresponde con la realidad.

**Deficiencia 2:** Operaciones electivas programadas suspendidas.

**Causa:** Las causas fundamentales de la suspensión fueron:

1. Por causas de la institución:

- Rotura en las calderas, esto implica problemas con la esterilización del instrumental quirúrgico y la ropa.
- Disponibilidad de sangre.
- Proceso de congelación.

2. Por causas médicas:

- Pacientes con la presión arterial descontrolada.

**Consecuencia:** Aumento de casos para la lista de espera.

### 3.6 Solución a la problemática (4): Análisis de la capacidad para realizar las operaciones electivas y la existencia de lista de espera

El problema de decisión es ¿cómo analizar la capacidad para realizar las operaciones electivas y lista de espera?

La programación lineal aplicada a este problema permite **programar o planear** cuantas cirugías de cada tipo se deben realizar en los diferentes salones, para lograr **optimizar** el número de cirugías totales en un mes, teniendo en cuenta el conjunto de **restricciones** que tiene el hospital.

Siguiendo los pasos propuestos en el capítulo 2 para la construcción de un modelo de programación lineal se procede a construir el modelo:

#### 1. Definición de las variables

Las variables de decisión ( $X_{ij}$ ) en este problema se definen como:

$X_{ij}$ : cantidad de cirugías  $i$  en el salón  $j$ , en un mes.

Donde:  $i$  son los tipos de cirugías.  $i=1-8$ , (**ver cuadro 3.13**).

j son la cantidad de salones. j=1-3, **(ver cuadro 3.14)**.

Cuadro 3.13. Tipos de cirugías electivas. Fuente: elaboración propia.

No	Tipo de cirujías
1	Cirugía general
2	Cirugía vascular periférica
3	Ginecología-obstetricia
4	Ortopedia
5	Proctología
6	Urología
7	Otorrinolaringología
8	Maxilofacial

Cuadro 3.14. Tipos de salones para la electiva. Fuente: elaboración propia.

No	Salones
1	Salón para la electiva
2	Salón para la electiva
3	Salón maxilofacial

De esta manera se obtienen 15 variables a estudiar.

## 2. Construcción de la función objetivo

El objetivo del problema es realizar el mayor número de cirugías posible.

La función objetivo se define como  $\text{Máx } Z = \sum x_{ij}$

Dónde:  $x_{ij}$  (son las variables de decisión del problema que se quieren estudiar).

## 3. Construcción del sistema de restricciones

El sistema de restricciones del modelo de PL son las limitaciones o exigencias que existen para la programación de las cirugías electivas. Las restricciones son:

➤ Por capacidades limitantes.

Por capacidades limitantes en el hospital se analiza la capacidad de salón. La capacidad de salón se calcula en horas. Los días hábiles que tiene un mes para operar electiva es de 20 días y cada día tiene 7 horas laborables, por tanto cada salón dispone de 140 horas mensuales para operar, con excepción del salón 2 que dispone de la mitad del tiempo por limitaciones en los recursos tales como el instrumental, el cual no puede ser utilizado simultáneamente en los dos salones las 7 horas sino solo la mitad del tiempo.

Se tiene en cuenta para estas restricciones además el tiempo que demora cada operación. Estos tiempos se determinaron a partir de observaciones que se realizaron y la experiencia de cirujanos. Se les pidió a los médicos que durante un mes anotaran el tiempo que demoraban en las operaciones. Se eliminaron los tiempos de aquellas operaciones que por motivos eventuales alteraban la investigación y se calculó un valor promedio, además se tuvo en cuenta la moda.

Se tiene en cuenta además un análisis de los tiempos según los tipos de anestesia por orden de frecuencia:

**Espinal-Epidural** se realizaron en el **78.76%** de los casos. Este tipo de anestesia lleva el tiempo para realizar la técnica que puede variar de 5min a 10 minutos respectivamente, más el tiempo de fijación del anestésico que oscila entre 3- 5min (espinal) y 15 min epidural (la literatura lo extiende a 20 minutos) para poder comenzar a operar al paciente.

**GET** el **14.1%** de los casos anestesia estos tiempos de espera son rápidos oscila en **10-12 minutos** para comenzar la cirugía. El resto de las anestesia **7.14%** correspondieron a otros tipos de anestesia (con Máscara laringuea, bloqueos, etc).

La limpieza y preparación del salón para entrar el siguiente caso demora 5-10 minutos.

Finalmente se obtienen las restricciones siguientes:

$$1,17x_{11} + 2,17x_{21} + 0,92x_{31} + 0,92x_{41} + 0,67x_{51} + 1,67x_{61} + 0,67x_{71} \leq 140hrs$$

$$1,17x_{12} + 2,17x_{22} + 0,92x_{32} + 0,92x_{42} + 0,67x_{52} + 1,67x_{62} + 0,67x_{72} \leq 70hrs$$

$$1,17x_{83} \leq 140hrs$$

➤ Por requerimientos de la demanda.

Se toman las solicitudes de operaciones electiva mayores (incluye tanto las ambulatorias como las de ingreso) del año 2012 (ver anexo 5) y se dividen entre 12 con el objetivo de llevarlas a meses. Se obtienen de este análisis las restricciones siguientes:

$$x_{11} + x_{12} \leq 20 \text{cirugía general}$$

$$x_{21} + x_{22} \leq 19 \text{cirugía vascular periférica}$$

$$x_{31} + x_{32} \leq 46 \text{gineco - obstetricia}$$

$$x_{41} + x_{42} \leq 19 \text{ortopedia}$$

$$x_{51} + x_{52} \leq 12 \text{procto log ía}$$

$$x_{61} + x_{62} \leq 31 \text{uro log ía}$$

$$x_{71} + x_{72} \leq 2 \text{otorrinolaringo log ía}$$

$$x_{83} \leq 95 \text{max ilofacial}$$

Como parte del conjunto de restricciones al modelo de PL se impone la restricción de que todas las variables de decisión son mayores o iguales que cero, lo que se conoce como condiciones de no negatividad y se representa por:  $X_{ij} \geq 0$ .

Las variables y restricciones fueron procesadas por el software profesional WinQSB. La solución del modelo se aprecia en el **cuadro 3.15**.

Cuadro 3.15 Solución del modelo de Programación Lineal. Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del software WinQSB.

	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status
1	X11	20,0000	1,0000	20,0000	0	at bound
2	X12	0	1,0000	0	0	basic
3	X21	17,0000	1,0000	17,0000	0	at bound
4	X22	2,0000	1,0000	2,0000	0	basic
5	X31	34,0000	1,0000	34,0000	0	basic
6	X32	12,0000	1,0000	12,0000	0	basic
7	X41	0	1,0000	0	0	at bound
8	X42	19,0000	1,0000	19,0000	0	basic
9	X51	0	1,0000	0	0	at bound
10	X52	12,0000	1,0000	12,0000	0	basic
11	X61	29,0000	1,0000	29,0000	0	at bound
12	X62	2,0000	1,0000	2,0000	0	basic
13	X71	0	1,0000	0	0	at bound
14	X72	2,0000	1,0000	2,0000	0	basic
15	X83	95,0000	1,0000	95,0000	0	basic
	Objective	Function	(Max.) =	244,0000		

En este se refleja claramente que el hospital presenta capacidad para operar las electivas sin necesidad de recurrir a una lista de espera. Se requiere tomar decisiones relacionadas con la programación de la electiva en vista de ser más eficiente y eficaz a partir de nuevas estrategias para el proceso quirúrgico electivo.

### **3.7 Análisis sobre las posibles estrategias en el proceso quirúrgico electivo para eliminar la lista de espera**

De acuerdo con los elementos expuestos hasta este momento y atendiendo a las deficiencias detectadas; así como los resultados obtenidos con la aplicación del índice integral y del modelo de programación lineal se realiza un análisis global del proceso quirúrgico electivo. El equipo de trabajo jugó un papel fundamental para este análisis. Se proponen las siguientes acciones para eliminar la lista de espera:

- Lograr un mejor control y planificación en el proceso quirúrgico electivo en cuanto a la programación de las operaciones electivas según las solicitudes.
- Acreditar la docencia en el servicio de anestesiología.
- Cumplir las estrategias formativas para la especialidad de anestesia.
- Enviar residentes de último año a realizar funciones asistenciales a Cárdenas para incrementar un salón de casos grandes electivos en el lugar donde hoy se realizan casos con AQA y anestesia local.

#### **3.7.1 Análisis de las posibilidades reales del cumplimiento de la relación entre urgencias y electivas**

En el primer semestre del 2012 se realizaron 795 cirugías de urgencia si esto fuese a representar el 23% de toda la cirugía mayor como establece el indicador y la electiva tendría que representar el 77% entonces debían haberse realizado 2541 operaciones electivas donde en realidad se realizaron 1632, si eso se lleva a rendimiento quirúrgico por salones en 122 días hábiles tendrían que realizarse en 3 salones (que es con lo que cuenta el hospital para este tipo de cirugías) 7 casos/día esto implicaría un rendimiento quirúrgico por encima del propuesto como óptimo (4.6 a 5.4) indicador que se cumplió en el semestre, esto lleva una serie de recursos materiales y humanos que el hospital no está en condiciones reales de cumplir.

Para revertir el indicador de urgencia/electivo, teniendo en cuenta solo el factor tiempo es evidente que esto no puede ser factible pues en 7 horas/día tendrían que realizarse 7 intervenciones por salones lo que conllevaría tiempos quirúrgicos y anestésicos muy cortos no pudiendo realizar operaciones que consuman en tiempos quirúrgicos de más menos 40 minutos. Esto resulta imposible por tanto el indicador nacional para 8 horas electivas es 4.6 a 5.4 casos por salones.

Para que las urgencias representen el 23% de las cirugías en el hospital y un 77% sea de cirugía electiva tendrían que existir 4 salones funcionando y con rendimientos óptimos los 4 por tanto estructuralmente esto no es posible pues la unidad quirúrgica cuenta con 4 salones para electivos y urgencias, sin entrar a analizar los recursos humanos y materiales que llevaría habilitar ese cuarto salón.

### **3.7.2 Análisis de problemas de suministros y otros que ocurrieron en el primer semestre del 2012**

Los problemas de suministros y otros que se han producido en el semestre enero-junio 2012 afectaron la actividad electiva.

En el mes de **enero** la actividad electiva no se estabilizó hasta la tercera semana o sea no se operó todos los turnos quirúrgicos que se ofrecieron por no estar pacientes preparados para la cirugía electiva, esto es causado habitualmente por el receso de fin de año y es responsabilidad de los médicos haber tenido listos pacientes desde fin de año y citados para la primera semana. Afectó indicadores como Índice de operaciones suspendidas y rendimiento quirúrgico por salón.

En **febrero** no hubo limitación y **marzo** se limitó por la escasez de sondas vesicales y trocar, solo se intervinieron casos previa aprobación por la dirección del hospital priorizándose tumores.

En **abril, mayo y junio** se presentaron problemas con el personal médico de anestesia que tenían vacaciones pendientes desde el año anterior, sumado a la baja temporal por problemas de salud de uno de los médicos que trabajaba el horario de 8am-4pm, quedando un solo médico para dos salones electivos. Esta situación de simultanear salones constituye un riesgo para el paciente y de ocurrir un accidente puede penalizarse al médico anestesiólogo participante, pues lo establecido en Cuba según los reglamentos de la SCAR y la CLASA es que no está permitido simultanear salones pues el acto anestésico es puramente un acto médico y es prohibida la anestesia practicada por enfermeros, pero esto se viola para poder realizar más casos electivos. Esto va en detrimento de la seguridad de los pacientes.

En el tercer salón se realizan casos sin la presencia del anestesiólogo con local, en ocasiones sedación y AQA para la actividad electiva diaria. Así queda limitada la actividad en intervenciones electivas mayores que engrosan la lista de espera pues

ellas no pueden realizarse sin la presencia del médico anestesiólogo, además debe destacarse que ginecología en varias oportunidades no ha podido cumplir con los turnos ofrecidos por las urgencias, alegando escasez de personal médico.

Por otro lado en la unidad quirúrgica existen problemas graves que deben solucionarse pues la visión del servicio es que se trabaja en un lugar donde se opera y no en un salón de operaciones. Los salones están lejos de ser una unidad quirúrgica y entre los más graves se encuentran.

- La entrada y salida ocurre por el mismo lugar, se entrecruza lo limpio y lo sucio.
- Humedad en los salones y falta de hermeticidad.
- Techos descorchados.
- Mala climatización y ausencia de esta en el local donde se guarda el material estéril.
- Atención al hombre inadecuada por ejemplo la comida es traída y almacenada en cubos plásticos.

### **3.7.3 Análisis de las causas de urgencia y la lista de espera para establecer correspondencia entre las patologías. (Primer semestre de 2012)**

En el **cuadro 3.16** se aprecia que entre las cesáreas de obstetricia y la traumatología de ortopedia se realizaron 437 operaciones de urgencia esto da un promedio de 2.4 casos diarios en 181 días, aquí solo puede disminuirse la cesárea que es un problema sobre el cual estrategias trazadas han sido fallidas, se impone que los ginecólogos propongan nuevas estrategias para disminuir el índice de cesárea pues no se ha logrado mejorar el indicador propuesto que es 20%, manteniéndose el índice de cesáreas primitivas aproximadamente en un 28-29% que sumada a las iteradas suben a 39-45% mensuales. La traumatología no puede regularse obviamente.

Cuadro 3.16 Cantidad de urgencias por servicios en el semestre. Fuente: elaboración propia.

SERVICIO	IQ DE URGENCIAS	%
<b>OBSTETRICIA</b>	<b>280</b>	<b>33,6</b>
<b>CIRUGÍA</b>	<b>228</b>	<b>27,3</b>
<b>ORTOPEDIA</b>	<b>157</b>	<b>18,8</b>
GINECOLOGÍA	54	
ANGIOLOGÍA	54	
CIRUGÍA PEDIATRICA	41	

MAXILO FACIAL	20	20,3
Total	834	100

Le sigue el servicio de cirugía que representa el 27,3 % del total de operaciones, se analizan las urgencias contra casos pendientes en lista de espera para establecer una correlación entre posible inversión del indicador electivo/urgente por la no realización de intervenciones electivas, para ello se revisan las causas de urgencia de este servicio y son mostradas en el **cuadro 3.17**.

Cuadro3.17 Causas de urgencias del servicio de Cirugías. Fuente: elaboración propia.

<b>Causas</b>	<b>IQ realizadas</b>
Apendicitis aguda	72
<b>Hernias</b>	<b>24</b>
Neumotórax	14
Oclusión intestinal	10
<b>Colecistectomia</b>	<b>9</b>
Laparotomía	9
Herida por arma blanca	7
Ántrax	7
Perforación de colón	5
Peritonitis	5
Traqueotomía	5
Otros abscesos	5
Absceso en herida quirúrgica	3
Úlcera perforada	2
Trombosis mesentérica	2
Hemoperitoneo	1
Sepsis generalizada	1
Fistula rectal	1
Síndrome de deficiencia Bronquial	1
<b>Total</b>	<b>183</b>

Solo dos causas pudieron influir en el indicador lista de espera y son: hernias que aportaron el 28.9% de los casos de cirugía (24 pacientes) y colecistitis aguda con pocos casos, 9 aportando el 4.91% del total, el resto fueron urgencias que no conforman patologías en lista de espera.

La lista de espera de cirugía se compone de 35 casos (por orden de frecuencia). Con un 80% están las Hernias (28 casos). Le sigue la Litiasis vesícula biliar, el Fibroma, Nódulo de mama, Lipoma, Tiroides, Ectasia ductal, Quiste sebáceo y Granuloma.

En el caso de ortopedia es la fractura la causa de urgencia en más del 80% de los casos, teniendo en cuenta que el hospital prácticamente no remite traumatología a no

ser casos excepcionales. Por lo que este por ciento no es posible disminuirlo, ni puede conforman lista de espera.

El servicio de ginecología sus causas de urgencia ninguna contribuye a la lista de espera pues fueron 17 Hemoperitoneo, 18 Embarazo ectópico, 12 Laparotomía y 1 Perforación uterina.

Su lista de espera está conformada por orden descendente de Fibroma, Rectocistocele, Nic, Esterilización quirúrgica, Hernia y T de ovario.

Urología es el otro servicio que tiene lista de espera pero que en ningún caso está relacionada con la aparición de urgencias pues queda conformada por orden descendente: 5 Próstata, el resto es Hidrocele, Varicocele, Quiste renal, Estenosis uretral, Incontinencia de orina, Hematuria por estrechez, Síndrome obstructivo bajo.

Para eliminar esta lista de espera en 2 meses con sus respectivos días hábiles y operando 5 casos en el salón donde el anesthesiólogo presencia la cirugía, se sugiere que se realicen por servicios y con estricto control diario de anuncio contra lista de espera por parte de la unidad quirúrgica y estadística a las 2:00 pm de cada día o si se consigue que exista otro médico, sugiriendo un residente esto llevaría menos tiempo y de esta manera no se acumularían los casos nuevos que se deben incorporar en los próximos 2 meses.

### **3.8 Conclusiones del capítulo**

1. La validación práctica de los resultados científicos constituyen en su conjunto un valioso soporte al proceso de toma de decisiones en el proceso quirúrgico electivo.
2. El comportamiento del Índice Integral de Desempeño del Proceso Quirúrgico Electivo en el período 2007-2011 muestra un ligero descenso, aspecto desfavorable pues el desempeño del proceso fue bueno en el 2007 y a partir de 2008 hasta 2011 fue regular, lo que indica un estancamiento en la gestión de los indicadores.
3. El modelo de PL construido y procesado en el WinQSB demuestra que el hospital presenta capacidad para operar las electivas sin necesidad de recurrir a lista de espera.
4. Se requiere tomar decisiones relacionadas con la programación de la electiva en vista de ser más eficientes y eficaces a partir de nuevas estrategias para el proceso quirúrgico electivo.

## **Conclusiones de la investigación**

La presente investigación materializada en los aspectos teóricos- conceptuales expuestos, y su validación práctica, permiten llegar a las siguientes conclusiones:

1. El desarrollo del marco teórico referencial reveló que el empleo de herramientas de IO para dar solución a problemas de decisión, adecuadas a las características de las instituciones hospitalarias, basadas en las mejores y avanzadas prácticas contemporáneas debe constituir prioridad de este sector con el fin de garantizar la mayor eficacia y eficiencia en la gestión de sus procesos.
2. Las herramientas de Investigación de Operaciones expuestas en las aplicaciones prácticas de esta investigación constituyen un valioso apoyo al proceso de toma de decisiones por parte de directivos y técnicos en el complejo contexto de la actividad hospitalaria.
3. El diagnóstico implementado permitió detectar los principales problemas de decisión existentes en el proceso quirúrgico electivo y establecer el orden de prioridad a la hora de ser investigados.
4. La implementación del Índice Integral de Desempeño del Proceso Quirúrgico Electivo no solo permitió evaluar integralmente un grupo de indicadores de eficiencia y eficacia en el período 2007-2011, además permitió detectar un grupo de deficiencias en el manejo de estos indicadores.
5. La construcción del modelo de programación lineal permitió analizar de manera cuantitativa y óptima la capacidad para realizar las operaciones electivas, además sustentó la realización de estrategias para la reducción de la lista de espera.

## **Recomendaciones**

En base a los resultados obtenidos en esta investigación se plantean las siguientes recomendaciones que permitan ampliar y perfeccionar los elementos abordados en esta tesis de maestría:

1. Divulgar los resultados de esta investigación, en virtud de que alcancen su mayor consolidación, por un lado como referente metodológico en organizaciones hospitalarias, por otro lado como referente docente en la enseñanza de pre y postgrado, a través de publicaciones científicas en revistas, presentación de ponencias en eventos científicos internacionales y artículos o monografías publicadas en Internet.
2. Proponer los resultados obtenidos a la Dirección de Salud del territorio de Cárdenas como instrumentos válidos de insertar en la toma de decisiones de las diversas áreas de las organizaciones hospitalarias.
3. Abordar con más énfasis la formulación del índice integral, y la posibilidad de utilizar otros indicadores de gestión y relativos a los costos hospitalarios.
4. Implementar para el estudio de capacidad para las operaciones electivas modelos de simulación que tengan en cuenta la aleatoriedad de los eventos.
5. Desarrollar otras investigaciones donde se aborden los problemas de decisión existentes en el proceso quirúrgico y que no fueron objeto de estudio en esta investigación.
6. Emplear este documento como material de consulta para estudiantes, docentes e interesados en la temática abordada.

## **Bibliografía**

1. Álvarez y Valle (1987). Modelos económicos matemáticos II tomo2. Editorial ISPJAE. Ciudad de La Habana.
2. Aquilano (1995). Dirección y Administración de la producción y las operaciones. Editorial: Mac Graw Hill. México.
3. Asenjo Sebastián, (2000). Las claves de la gestión hospitalaria. Gestión 2000. Barcelona.
4. Barba Romero y Charles Pomerol, (1997). Decisiones Multicriterios. Elementos Teóricos y Utilización Práctica. Colección de Economía. Universidad de Alcalá de Henares. España. pp. 91-119.
5. Bellini Franco, (2004). Investigación de Operaciones. Curso de la escuela de administración y contaduría. Universidad Santa María. Caracas – Venezuela. Disponible en: <http://www.investigacion-operaciones.com/Historia.htm>
6. Bonafont y Casasín, (s.a). Protocolos terapéuticos y vías clínicas. Disponible en: [http://sefh.interguias.com/libros/tomo1/Tomo1\\_Cap1-3-1-2.pdf](http://sefh.interguias.com/libros/tomo1/Tomo1_Cap1-3-1-2.pdf) (20 de Octubre de 2004).
7. Brito Viñas, (2000). Modelo Conceptual y procedimientos de apoyo a la toma de decisiones para potenciar la función de la Gestión Tecnológica y de la Innovación en la empresa manufacturera cubana. Villa Clara, Cuba. 100h. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Universidad Central de las Villas " Marta Abreu".
8. Claveranne y Pascal, (2004). Repenser les processus a l'hopital. Une methode au service de la performance. Paris: Editorial Medica Editions, 258 págs.
9. Cortés Cortés, (1999). Introducción a la Investigación de Operaciones. Guayaquil: Ed. Universidad de Guayaquil, – 187p.
10. Cuéllar Madrigal et al, (s.a). Elaboración de un plan agregado de intervenciones quirúrgicas en los servicios hospitalarios, Universidad Central de Las Villas.
11. Delgado Landa y Pérez Sosa, (2009). La utilización de la Investigación de Operaciones para apoyar el proceso de toma de decisiones multicriterios en la empresa. Memorias del XI Congreso Nacional de Matemática y Computación como número especial del boletín de la Sociedad Cubana de Matemática y Computación.

Formato digital en CD-ROM con ISSN 1728-6042. COMPUMAT 2009. La Habana 2009.

12. Delgado Landa, (2008). Toma de decisiones empresariales con el apoyo de la Investigación de Operaciones. Caso: Empresa Molinera de Cárdenas. Tesis presentada en opción al título de Licenciada en Economía. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos.

13. Delgado Landa, (2009). La resolución de problemas empresariales visto desde la Investigación de Operaciones, memorias del VIII Evento Científico Metodológico de Matemática y Computación COMAT`2009. CIUM 2009.

14. Delgado Landa, (2010). La aplicación de la Matemática en la Microeconomía. En el XII Evento Internacional MATECOMPUT 2010 con ISBN: 978-959-18-0596-6 edición especial de la Revista Atenas.

15. Delgado Landa, (2010/a). La resolución de problemas de decisión empresarial con apoyo de la Investigación de Operaciones. Tesis presentada en opción al título de Master en Matemática Educativa. Marzo 2010, UMCC.

16. Delgado Landa, (2011). La investigación de operaciones para apoyar el proceso de toma de decisiones multicriterios. Evento CIUM 2011. Taller CIEMPRESTUR con ISBN ISBN978-959-16-1399-8

17. Delgado Landa, (2012). Business decision making with multiple criteria. Sitio web: [www.centrorisorse.org/business-decision-making-with-multiple-criteria.html](http://www.centrorisorse.org/business-decision-making-with-multiple-criteria.html). Enero 2012.

18. Delgado Landa, (2012/a). Herramientas multicriterio para la gestión de compras en hoteles. 2ª Convención Internacional de Estudios Turísticos CIETCUBA 2012, Editorial Universitaria, La Habana, Cuba, ISBN 978-959-16-2015-6.

19. Eppen, (2000). Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa. México: Ed. Prentice Hall.

20. Equiza Escudero, (1999). Gestión Hospitalaria: nuevas tendencias. Revista Valenciana de Estudios Autonómicos. [En línea]. [Citado el: 20 de Mayo de 2009.] [http://www1.pre.gva.es/argos/fileadmin/argos/datos/RVEA/libro\\_28/31-28.pdf](http://www1.pre.gva.es/argos/fileadmin/argos/datos/RVEA/libro_28/31-28.pdf).

21. Espinosa Martínez et al, (2006). Aplicación parcial de la gestión por procesos en el GET. /s.n/

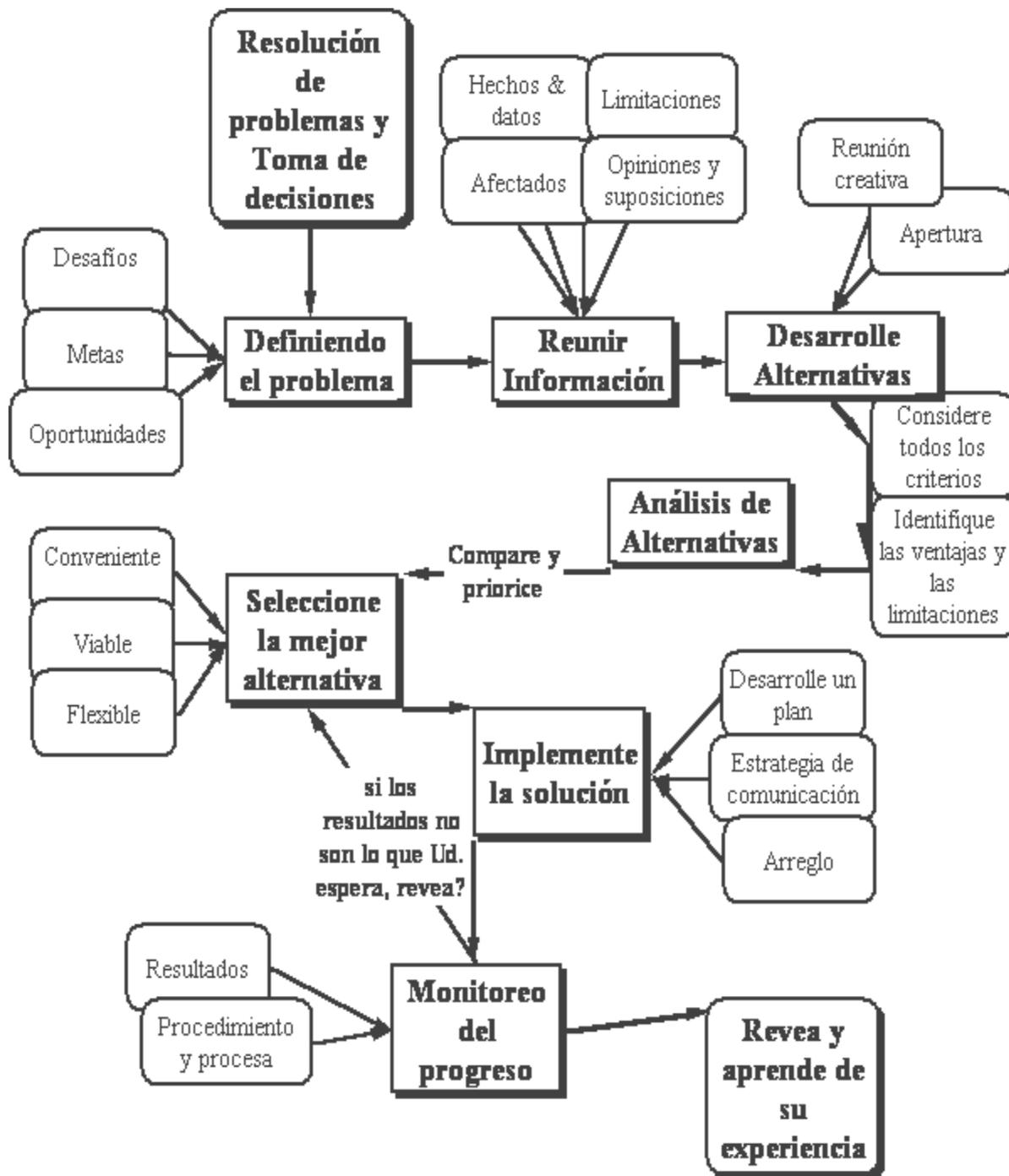
22. Fernández González y Boffil Placeres (1978). Métodos económicos-matemáticos (2) folleto FT-1292, ISPJAE, Ciudad de La Habana.
23. Frías y Cuétara, (2006). Herramientas de apoyo a la solución de problemas no estructurados en empresas turísticas. (HASPNET). Formato electrónico.
24. Gaither y Frazier, (2000). Administración de producción y operaciones. Editores International Thomson, México.
25. Gallagher y Watson, (s.a). Métodos cuantitativos para la toma de decisiones en administración.
26. García Huerta y Cuétara Sánchez, (1996). Métodos para la Toma de Decisiones en la Gestión Empresarial (2ª Ed.). Universidad Federal de Acre, Brasil.
27. González Pérez, (1997). Modelo GOS para la mejora de la gestión de operaciones de servicio. Aplicación parcial en servicios hospitalarios. Matanzas, Cuba. Tesis presentada en opción al título científico de Master en Ciencias. Universidad de Matanzas " Camilo Cienfuegos".
28. Gonzalves et al, (2005). Modelo de simulação aplicado na gestão de serviços de saúde, Porto Alegre, RS, Brasil.
29. Heras, (1996). Gestión de la Producción. ESADE, Barcelona.
30. Hernández Nariño y Marqués León (2006). Procedimiento de determinación de indicadores. Aplicación a un proceso del Hospital "Mario Muñoz Monroy". Matanzas, Cuba. Ponencia a la Jornada Científica del Hospital "Mario Muñoz Monroy".
31. Hernández Nariño, (2005). Contribución al perfeccionamiento de la gestión hospitalaria. Matanzas, Cuba.80h. Tesis en opción al título de Máster en Ciencias. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos".
32. Hernández Nariño, (2010). Contribución a la gestión y mejora de procesos en instalaciones hospitalarias del territorio matancero. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas.
33. Hillier Frederick, (1974). Operations Research / Frederick Hillier y Gerald S. Lieberman. -- San Francisco: Ed Holden-Day, -- 582p.
34. Krajewski y Ritzman, (2000). Administración de Operaciones. Estrategia y Análisis (5ª Ed). Editora Pearson Educación, México.

35. Lerner y Trujaiev, (1974): Modelos dinámicos de los procesos de toma de decisiones. Kishiniev, pp. 6.
36. Lineamiento 07, (2011). Lineamientos de la política económica y social del Partido y la Revolución.
37. Medina León, (2008). Una reflexión sobre la gestión y mejora de procesos. Revista Retos Turísticos. Vol. 7 No. 1-2, pág. 32. ISSN 1681-9713.
38. Ministerio de Salud Pública (2001). Perfil del sistema de salud en Cuba. Ciudad Habana: MINSAP.
39. Ministerio de Salud Pública. (2006). Proyecciones de la Salud Pública en Cuba hasta el 2015. Ciudad Habana: MINSAP.
40. Ministerio de Salud Pública. (2007). Anuario Estadístico de Salud 2007. Oficina Nacional de Estadística. [En línea]. [Citado el: 12 de 3 de 2009.] <http://www.one.cu>.
41. Morales Pita, (1984). Metodología de la modelación económico-matemática, editorial Científico-Técnica, Ciudad de La Habana.
42. Morillas Mellor, (2011). Aplicación del índice integral de desempeño de los procesos como herramienta de apoyo a su mejora. Trabajo de diploma para optar por el título de Ingeniero Industrial. UMCC.
43. Moya Sans, (2005). Aplicación de un modelo de simulación a la Gestión de las listas de espera de Consultas externas de cirugía de un Hospital comarcal. Tesis presentada en opción al título de doctor. España.
44. Negrin Sosa, (1997). Administración de Operaciones en empresas de servicios. Ponencia al XII Forum Provincial de Ciencia y Técnica. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Matanzas, Cuba.
45. Negrin Sosa, (1999). Análisis del desempeño en el área de operaciones. Aplicaciones en el hotel "Internacional Varadero". Ponencia al Evento Municipal de Gestión Tecnológica "TECNOGEST 99", (mayo). Matanzas, Cuba.
46. Negrin Sosa, (2000). El impacto de la Administración de Operaciones en el desempeño empresarial. Apuntes para conferencia magistral en el I Seminario- Taller "Replantear el futuro de la Ingeniería Industrial" (marzo). Universidad Tecnológica Centroamericana, San Pedro Sula, Honduras.

47. Negrín Sosa, (2003). El mejoramiento de la Administración de Operaciones en empresas de servicios hoteleros. Matanzas, Cuba.100h. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echevarría”.
48. Nogueira Rivera, (2002). Modelo conceptual y herramientas de apoyo para potenciar el Control de Gestión en las empresas cubanas. Matanzas, Cuba. 100h. Tesis presentada para optar por el grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”.
49. Orejuela Cabrera, (2008). El proceso de análisis jerárquico (AHP) y la toma de decisiones Multicriterio. Ejemplo de aplicación. *Scientia et technica* año XIV, No. 39, septiembre de 2008. Universidad tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701 247
50. Organización Mundial de Salud (2009). Estadísticas sanitarias mundiales. Disponible en: [www.who.int/es/](http://www.who.int/es/) [Citado el: 06 de Septiembre de 2010.]
51. Parija y King, (2004). *On Bridging the Gap Between Stochastic Integer Programming and MIP Solver Technologies*. *INFORMS Journal on Computing*. Vol. 16, No. 1, Winter, pp. 73–83
52. Ramírez Colina, (1998). La Autogestión del Hospital Vargas. Modelo de Eficiencia Hospitalaria. [En línea]. [Citado el: 12 de Febrero de 2005.] <http://www.monografias.com/trabajos5/autogestion/autogestion.shtml>.
53. Render y Heizer, (1996). Principios de Administración de Operaciones. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A., México.
54. Romero, (1996). Análisis de las decisiones multicriterio. ISBN: 84-89338-14-0. Madrid, España.
55. Ruiz Iglesias, (2004). ¿A qué nos referimos cuando hablamos de Gestión Clínica? Investigación Clínica Farmacéutica [En línea]. [Citado el: 25 de Marzo de 2005.] <http://www.revistainvestigacion.pfizer.es/pages/conten/artics/pdfs/icf14-3.pdf>.
56. Saaty, (1989): Conflict Resolutions: The Analytic Hierarchy Approach, Praeger Plubishers, Nueva York.
57. Schroeder, (1992). Administración de operaciones. Toma de decisiones en la función de operaciones. Tomo I. México DF: Editorial McGraw Hill.

58. Shapiro, (2003). Challenges of strategic supply chain planning and modeling. Ponencia. FOCAPO.
59. Suárez Mella, (2001). El Reto. Gestión de vitalidad en entornos competitivos. Ciudad Habana: Editorial Academia.
60. Vázquez Estévez, (2005). La nueva sanidad: el hospital que nos viene. Disponible en: <http://www.secp.org/upload/revista/Editorial.vazquez.2005-18.pdf> [Citado el: 30 de Abril de 2005.]

**Anexo1.** Resolución de problemas y toma de decisiones. **Fuente:** elaboración propia.



**Anexo 2.** Normalización de la forma de evaluación del índice integral. **Fuente:** Elaboración propia.

Indicador	Propósito	Rango de evaluación-puntuación	Tipo de indicador
Rendimiento quirúrgico por salón	$> 4.5 \leq 6$	4.6-5.4 óptimo-5 5.5 - 6 bueno-4 3.5-4.5 regular-3 < 3.5 malo-2 > 6 Pésimo-1	Resultado/Eficiencia
Estadía pre-operatoria	< 1.2 Días	< 1 óptimo-5 1 bueno-4 1.1 regular-3 1.2 malo-2 > 1.2 pésimo-1	Resultado/Eficiencia
Índice de reintervenciones	<1% electiva	0-0.5 óptimo-5 0.51-0.89 bueno-4 0.90-0.99 regular-3 1 malo-2 > 1 pésimo-1	Resultado, Eficacia
Índice de operaciones suspendidas	< 0.5 %	0 óptimo-5 0.1-0.49 bueno-4 0.5-0.59 regular-3 0.6-0.9 malo-2 $\geq 1$ pésimo-1	Resultado/Eficacia
Operaciones por especialista quirúrgico	11	>11 óptimo-5 11-10 bueno-4 9.9-8 regular-3 7.9-5 malo-2 < 5 pésimo-1	Estructura, Eficiencia

**Anexo 3.** Cuestionario para la selección de expertos. **Fuente:** elaboración propia.

Hemos recurrido a usted solicitándole su disposición a participar como posible experto en una investigación que se realiza en el proceso quirúrgico del hospital General Docente de Cárdenas, Julio M. Aristegui Villamil.

Mediante este instrumento se determinará su nivel de información y como obtuvo la argumentación según sus propios criterios.

**Datos generales:**

Nombre(s) y apellidos:			
Marque con una X	Especialista	Máster	Doctor/a
Labor que realice:			
Años de experiencia:			

1. En la siguiente tabla indique con una **X** si usted posee las características que se muestran.

Relación de características	Votación
Conocimiento	
Competitividad	
Disposición	
Creatividad	
Profesionalidad	
Capacidad de análisis	
Experiencia	
Intuición	
Nivel de actualización	
Espíritu colectivista	

2. En la siguiente tabla indique en qué grado cada una de las fuentes indicadas ha influido en el estudio.

Vías o fuentes para la preparación profesional	Nivel de incidencia de las fuentes		
	Alto	Medio	Bajo
Estudios teóricos realizados.			
Experiencia obtenida.			
Conocimientos de trabajos en el país.			
Conocimientos de trabajo en el extranjero.			
Consultas bibliográficas.			
Cursos de actualización.			

**Anexo 4.** Medición del sistema de indicadores para la elevación o evaluación de la calidad del servicio. Fuente: Elaboración propia.

Perspectiva	Indicador	Forma de cálculo	Unidad de medida	Objetivo al cual tributa
Proceso	1. Rendimiento quirúrgico por salón (promedio de operaciones)	$R.S = \frac{TOPQE}{\sum TDSPQE}$ TOPQE: Total de operaciones de la programación quirúrgica electiva. TDSPQE: Total de días salón para programación quirúrgica electiva.	Numérico	1, 2, 3, 5, 7
	2. Estadía pre-operatoria	$E.P.O = \frac{\sum DEPPQEAO}{CPOPQE}$ DEPPQE: Días de estancia de pacientes en programación quirúrgica electiva antes de ser operado. CPOPQE: Cantidad de pacientes operados en programación quirúrgica electiva.	Días	1, 3, 5, 7
Cliente	3. Índice de reintervenciones	$I.R = \frac{TPR}{TPO} \times 100$ TPR: Total de pacientes reintervenidos TPO: Total de pacientes operados	%	1, 2, 3, 5, 7
	4. Índice de operaciones suspendidas	$I.O.S = \frac{TOEPS}{TOEP} \times 100$ TOEPS: Total de operaciones electivas programadas suspendidas TOEP: Total de operaciones electivas programadas	%	1, 2, 3, 5, 7
Aprendizaje y crecimiento	5. Operaciones por especialistas quirúrgicos	$OEQ_{pe} = \frac{\# \text{operaciones mayor electiva por especialidad}}{\# \text{de especialistas quirúrgicos por especialidad}}$ OEQ <sub>pe</sub> : operaciones por especialistas quirúrgicos por especialidad De manera global $OEQ = \frac{\text{total de operaciones mayor electiva}}{\# \text{de especialistas quirúrgicos}}$	Numérico	1, 3, 4, 5, 6, 7

**Objetivos.**

1. Brindar una asistencia médica de excelencia que garantice la satisfacción plena de los pacientes y familiares.
2. Garantizar un adecuado aseguramiento logístico.
3. Garantizar un capital humano competente, comprometido, motivado, en un clima laboral favorable y con una adecuada atención al hombre.
4. Desarrollar la gestión del conocimiento en el proceso de formación de profesionales de la salud, en el desarrollo científico- académico del capital humano, en las investigaciones con la introducción de los resultados en el centro, provincia y país.
5. Gestionar la práctica clínica con eficacia y eficiencia.
6. Acreditar los procesos-subprocesos hospitalarios por las normas ISO 9001-2001.
7. Implementar guías de buenas prácticas clínicas.

**Anexo 5. Actividades de cirugías en el año 2011. Fuente:** Departamento de estadística del Hospital Julio M. Aristegui Villamil.

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Sistema de Información de Estadística Complementaria aprobado por Resolución del MINSAP de		ACTIVIDADES DE CIRUGÍA					INFORME DEL PERÍODO		Modelo 241-487-1			
Fecha: SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL							ANUAL 2011		Página: 1 de 2		Periodicidad:	
ORGANISMO: MINSAP		CENTRO INFORMANTE O ESTABLECIMIENTO: UP-Hospital Cardenas					C O D		ORG.-CENT. INF.-ESTAB.:			
ACTIVIDAD FUNDAMENTAL: Salud Publica		PROVINCIA: Matanzas			MUNICIPIO: Cardenas		CAE:		PROV.-MUN.:			
ESPECIALIDADES	F I L A	OPERACIONES		OPERACIONES MAYORES			OPERACIONES MENORES		PACIENTES EN LISTA DE ESPERA		Estadía Pre-operatoria	
		TOTAL	De ello: CMA	ELECTIVAS		URG.	ELEC-TIVAS	URG.	TOTAL	De ello: CMA	Pacientes Operados	Días de Estadía
A	B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
TOTAL	1	6998		1923	973	1534	1214	1354	194		782	1101
De ello: en APS	2											
CIRUGÍA CARDIOVASCULAR	3											
CIRUGÍA GENERAL	4	1547		157	72	461		857	94		72	105
Abdomen	5											
Tórax	6											
Otras	7											
CIRUGÍA PEDIÁTRICA	8	208		23	2	85	98				2	3
Abdomen	9											
Tórax	10											
Otras	11											
CIRUGÍA RECONSTRUCTIVA Y CAUMATOLOGÍA	12											
CIRUGÍA VASCULAR PERIFÉRICA	13	449		137	88	56		168			88	128
DERMATOLOGIA	14											
GINECOLOGÍA	15	460		11	283	101		65	52		283	398
MÁXILO FACIAL	16	2345		1121	14	43	1044	123			14	20
NEUROCIRUGÍA	17											
OBSTETRICIA	18	743			248	495						
OFTALMOLOGÍA	19											
ONCOLOGÍA	20											
ORTOPEDIA	21	638		75	142	281		140			199	267
OTORRINOLARINGOLOGÍA	22	20		6	14						14	23
PROCTOLOGÍA	23	208		135			72	1				
UROLOGÍA	24	380		258	110	12			48		110	157
OTRAS ESPECIALIDADES MÉDICAS	25											

