

**IMPACTO DE LA TOMA DE DECISIONES BASADA EN LOS MODELOS DE  
INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES EN LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS DE  
INGENIERÍA PARA EL SECTOR PRIVADO**

**MIGUEL E. PEREZ R.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA  
ESPECIALIZACION EN GESTION DE PROYECTOS  
BARRANQUILLA**

**2017**

**IMPACTO DE LA TOMA DE DECISIONES BASADA EN LOS MODELOS DE  
INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES EN LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS DE  
INGENIERÍA PARA EL SECTOR PRIVADO**

**MIGUEL E. PEREZ R.**

**Monografía para optar al título de Especialista en Gestión de Proyectos**

**Asesoría Temática:**

**OSCAR ANDRES BENAVIDES**

Especialista en Pedagogía para el Desarrollo del Aprendizaje

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA**

**ESPECIALIZACION EN GESTION DE PROYECTOS**

**BARRANQUILLA**

**2017**

## RESUMEN

La función de la investigación de operaciones en la toma de decisiones y su efecto sobre la dirección de proyectos, al utilizar los modelos conocidos de optimización de recursos, es compleja debido a que de esta se derivan las acciones que definirán el futuro del proyecto. Se debe tener en cuenta que, en el proyecto los factores tecnológicos, económicos y normativos, interactúan de manera coherente y constante, apuntando hacia el cumplimiento de los objetivos del proyecto, respetando siempre la ética y la responsabilidad social, validando con estos la calidad en la toma de decisiones.

En la dirección de proyectos, existe un alto grado de complejidad en la toma de decisiones, por lo tanto, se plantea un estudio sobre como los directores de proyecto han puesto en marcha diferentes estrategias de optimización de recursos, lo cual implica un análisis serio y pormenorizado de los modelos de investigación de operaciones.

Esta monografía, se constituye en un instrumento de análisis sobre la aplicación de los modelos de investigación de operaciones en el proceso de toma de decisiones dentro de los proyectos; pues al estar estas basadas en los procesos de optimización de recursos, crean esquemas de acción rigurosos y poco modificables.

**Palabras Claves:** proyectos, decisiones, investigación, operaciones, modelos.

## **ABSTRACT**

The role of operations research in decision making and its effect on project management, using the known models of resource optimization, is complex, because it derives the actions that will define the future of the project. It must be taken into account that, in the project, the technological, economic and regulatory factors interact in a coherent and constant manner, aiming at achieving the objectives of the project, always respecting ethics and social responsibility, validating with them quality in Decision-making.

In the management of projects, there is a high degree of complexity in decision making, therefore, a study is presented about how project managers have implemented different strategies for resource optimization, which implies a serious analysis and detailed analysis of operations research models.

The present research constitutes an instrument of analysis on the application of the investigation models of operations in the process of decision making within the projects; because these are based on the processes of optimization of resources, create rigorous and modifiable action schemes.

**Keywords:** projects, decisions, operations, research, models.

## Tabla de contenido

Tabla de Ilustraciones .....	5
Lista de Tablas.....	6
Introducción.....	7
Planteamiento del problema .....	10
Formulación del Problema.....	12
Objetivos .....	13
Objetivo General.....	13
Objetivos Específicos .....	13
Justificación.....	14
Proceso de toma de decisión .....	17
Los modelos de Investigación de Operaciones.....	31
Estado del Arte.....	40
Conclusiones .....	49
Opinión Personal.....	58
Referencias.....	61

## **Tabla de Ilustraciones**

<b>Ilustración 1.</b> Metodología de los 7 pasos para la toma de decisiones basada en IO .....	45
--	----

## Lista de Tablas

Tabla 1.....	47
--------------	----

## **Introducción**

La toma de decisiones por parte de los directores de proyecto es un aspecto con una relevancia alta debido al impacto de las mismas en el proyecto; por lo cual se debe analizar desde las diferentes posibilidades con la que estos cuentan, para realizar una acertada toma de decisiones.

Un director de proyectos, es un administrador de recursos, por lo cual según Vélez I. (1996):

Un administrador debe concentrarse en lo que es importante; por lo tanto, deberá conocer en qué consiste la decisión y cuáles son las realidades subyacentes que hay que satisfacer al tomarlas. Prefieren crear un impacto, más que una técnica y buscan más la firmeza que la habilidad. Los ejecutivos eficaces identifican cuando una decisión ha de basarse en principios y cuando hay que tomarla pragmáticamente, según las circunstancias de cada caso. Saben que la decisión más eficaz está situada entre el compromiso acertado y el objetivo deseado, y han aprendido a expresar uno en función del otro. (p. 45)

El actual documento, está centrado en el sector privado; en el cual se ejecuta la tarea de toma de decisiones con un alto grado de complejidad, permitiendo esto analizar la forma en la que los directores de proyectos ponen en marcha las estrategias de optimización de recursos necesarios y sus implicaciones directas en la ejecución y desempeño de los proyectos.

Teniendo en cuenta la Teoría de la toma de decisiones, Stephen (2005), afirma: “que son conocidas tres teorías en las que se basan las organizaciones para la toma de decisiones” (p.134).



Toma Racional de decisiones: Es el análisis racional de las opciones conocidas y de máximo valor para las restricciones específicas. La toma de decisiones a nivel de direccionamiento presupone que las decisiones obedecen y van encaminadas al cumplimiento de los objetivos del proyecto, es decir, que quien toma las decisiones busca maximizar los intereses del proyecto, no los propios.

Toma de decisiones con Racionalidad acotada: Es la basada en la racionalidad pero con límites establecidos, por la capacidad del individuo de procesar la información. Los directores de proyecto, conocen que para la toma de decisiones acertadas, se deben, identificar los problemas, considerar las alternativas, reunir la información específica y actuar con la mayor prudencia posible. Sin embargo, esto sobre la toma de decisión, no es realista en cuanto a la manera de decidir; ya que muchas veces se presentan límites al aceptar una solución satisfactoria, en vez de una óptima. Por lo anterior, se tiene que son decisiones racionales dentro de los límites de su capacidad de procesamiento.

Toma de decisiones intuitivas: Estas están basadas en la toma de decisiones a partir de la experiencia, sentimientos y buen juicio acumulados, entre los cuales encontramos los siguientes subgrupos: decisiones basadas en la experiencia, decisiones basadas en valores éticos, decisiones por afecto, decisiones intelectuales y decisiones mentales inconscientes.

Cabe resaltar que en el presente documento se procederá a analizar la toma de decisiones de tipo racional, basando estas en los diferentes modelos existentes dentro de la investigación de operaciones y teniendo siempre presente las tres condiciones a las cuales se enfrentan los

directores de proyecto al momento de tomar decisiones: certeza, riesgo e incertidumbre. Esta metodología es aplicada para enfocar los problemas de la mejor manera y lograr alcanzar de esta manera las respuestas más óptimas (Taylor y Bogdan, 2000).

Es de resaltar, que en la búsqueda de investigaciones previas sobre el tema tratado en la presente monografía, se encontró una investigación realizada por Rubén Darío Parra Ramírez, titulada “Los modelos de decisión y la práctica del empresario frente a la toma de decisiones: esquema teórico y estudio en la empresa colombiana”. Este documento, brindo un derrotero claro a seguir para alcanzar el enfoque adecuado en la presente monografía.

## **Planteamiento del problema**

El principal objetivo de la gestión directiva y administrativa en cualquier proyecto, es la toma de decisiones, la cual incluye la formulación, evaluación y selección de opciones para resolver los problemas y/o situaciones que se presenten. La gestión del director de proyecto, se encuentra inmersa en diferentes procesos de toma de decisiones, por lo cual este debe tener el criterio base para identificar alternativas de solución a problemas determinados; teniendo en cuenta que las repercusiones de estas tendrán sus efectos en toda la estructura del proyecto.

Un director de proyecto, no puede realizar un proceso de toma de decisiones, basándose única y exclusivamente en su experiencia. Este factor, aunque es necesario en un proceso de toma de decisión, debe estar avalado y soportado por análisis y procesos científicos, los cuales deben permitir anticiparse a la aparición de problemas ante la puesta en marcha de las alternativas elegidas, permitiendo analizar la pertinencia de las mismas.

Por lo anterior, se deben basar las decisiones en modelos cuantitativos conocidos, los cuales constan de unas series de herramientas y técnicas, que permiten valorar las distintas opciones.

Para lograr que estos modelos sean eficientes, para Tamayo y Tamayo (2001) deben:

Tener unas características tales como: ser factico (verdadero), trascienden a los hechos, verificaciones empíricas (concreto, probado), auto correctivo (en cuanto se rechaza algo se vuelve a ajustar las conclusiones), formulación de tipo de general (da una clase o una ley) y por último, debe lograr el objetivo con circunstancias concretas. (p.52)

Para el diseño y aplicación de estos, se trabaja con la investigación de operaciones; la cual ofrece una serie de modelos que facilitan el establecimiento de pautas de acción en la actividad administrativa del proyecto y logran ejercer funciones de validación y aval de los procesos de decisión bajo una estructura sólida y científica, los cuales redundaran en la calidad y eficiencia de la gestión directiva del proyecto.

El enfoque cuantitativo, según Hernández, Fernández y Baptista (2003) “utiliza la recolección de datos para comprobar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento” (p.6). Por lo cual, se emplea la medición numérica, el conteo y el uso de la estadística, empleando instrumentos de medición estandarizados, permitiendo esto que se generen resultados y control sobre los mismos.

Estos modelos cuantitativos, basados algunos en funciones estadísticas y otros en algoritmos matemáticos, tienen como principal objetivo, poder estructurar procedimientos de toma de decisiones que optimicen de manera significativa la utilización de los recursos asignados para la ejecución del proyecto; los cuales permiten sugerir pautas de acción, exigir controles rigurosos y seguimiento en acciones ejecutadas.

La investigación de operaciones, establece modelos que permiten medir fácilmente el desempeño de los individuos en cuanto al rendimiento, por consiguiente mide la utilización y aprovechamiento del tiempo, coordinación de funciones, manejo de inventarios, logística de distribución y transporte, y en general, permite medir el desempeño frente a parámetros óptimos de operación.

De lo anterior, se puede evidenciar un problema que debe ser tratado desde las alternativas cualitativas - cuantitativas de las soluciones sustantivas, es decir, de aquellas que vienen del análisis concreto de los proyectos de ingeniería para el sector privado. El problema específico consiste en identificar el impacto del uso de modelos de investigación de operaciones en la toma de decisiones por parte de la dirección de proyectos de ingeniería.

### **Formulación del Problema**

¿Cómo determinar el impacto y alcance que tiene la toma de decisiones, basada en modelos de investigación de operaciones en la dirección de proyectos de ingeniería para el sector privado?

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Determinar el impacto y alcance que tiene la toma de decisiones, basada en modelos de investigación de operaciones en la dirección de proyectos de ingeniería para el sector privado

### **Objetivos Específicos**

- Identificar los modelos de investigación de operaciones aplicables a la toma de decisiones en los proyectos de ingeniería.
- Realizar un análisis cualitativo de los modelos estudiados para la toma de decisiones.
- Analizar el impacto de las tomas de decisiones basadas en modelos analíticos cimentados en la estadística y la matemática

## **Justificación**

Dentro de las múltiples tareas para ejecutar por parte de la dirección de proyectos, se encuentra la toma de decisiones. La calidad de las mismas, es un factor determinante para alcanzar el éxito o enfrentar el fracaso en la ejecución del proyecto de ingeniería. Por lo anterior, buscando garantizar el éxito durante la ejecución y desarrollo del proyecto de ingeniería, el director del proyecto, debe contar entre otras con la capacidad de resolver problemas, tomar decisiones acertadas y trazar los planes estratégicos. Dentro de la toma de decisiones, las alternativas deben ser valoradas en todos los niveles, puesto que, a mayor facultad de realizar las tareas y obligaciones de manera responsable, se logran resultados con mayor eficiencia. Es por esto, que las decisiones tomadas por la dirección, deben ser fundamentadas y explicadas en los niveles correspondientes, con la finalidad principal, de lograr compromisos para su implementación o ejecución.

Una vez la dirección del proyecto ha procesado la información y ha comprendido las bases para la correcta construcción de una toma de decisión asertiva, necesita de manera incluyente realizar un análisis de toma de decisiones. Ante los aspectos mencionados, se debe tener en cuenta que, al realizar una buena toma de decisión dentro del proyecto, esta redundará en beneficios importantes para el mismo; por lo cual es de vital importancia realizar una fundamentación clara y eficiente para la toma de decisiones. Realizar un análisis adecuado, permite evitar problemas a corto y largo plazo. Otra ventaja importante, sobre garantizar la correcta toma de decisiones, es el aumento del compromiso y lealtad de quienes participan en el proyecto.

Al analizar la toma de decisiones para los proyectos, resulta interesante considerar el entorno dinámico que puede afectar el proyecto, es decir, siempre es necesario identificar el campo en el cual se desarrolla el proyecto, para de esta forma identificar todos aquellos elementos importantes de dominio que se requieren tener en cuenta, para alcanzar los objetivos trazados. Para comprender de una manera sencilla estos procesos, resulta de utilidad tener claridad en la noción de “campo” de Bourdieu Pierre. En este sentido Bourdieu P. (1997), introduce:

La noción de campo como el sistema de relaciones de posiciones diferenciales y desiguales en las que los agentes disputan capitales específicos, los recursos de poder y dominación. En los campos se combinan las luchas por la legitimidad y el poder. (p.30)

Desde esta perspectiva, las decisiones constituyen un campo donde se ponen en juego dos órdenes de problemas: por un lado, la lucha por los recursos, es decir, la disputa en torno a la plusvalía y por otro, la existencia misma de ella o los márgenes.

El planteamiento realizado con anterioridad, demuestra la importancia del presente estudio, porque por medio de este, se pretende despertar la reflexión de los directores de proyectos de ingeniería, sobre la manera de cómo se debe llevar a cabo una buena toma de decisión, considerando esta como factor determinante en la eficacia administrativa del proyecto.

Constituyendo este estudio, como referencia de primer orden, para revisar el impacto de la toma de decisiones en los proyectos, y promover estudios de mayor profundidad con mejoras al respecto, ayudando esto a impulsar la relevancia de esta importante tarea directiva.



Una de las razones por las cuales se realiza esta monografía desde el punto de vista teórico, es porque el estudio de la toma de decisiones de manera certera, el cual es un tema relevante en la dirección de proyectos, ayuda a enriquecer las bases cognitivas de los directores de proyectos, para forjar conceptos y procedimientos sólidos en pro de alcanzar un método correcto para toma de decisiones.

En síntesis, se espera que este documento, sea de gran utilidad para los investigadores y directores de proyecto, los cuales, desde aquí pueden partir a un amplio horizonte de métodos para toma de decisiones acertadas, basándose siempre en conocimientos científicos, analizables y comprobables. Se debe tener en cuenta, que gran parte de la información que alimenta los métodos para las tomas de decisiones, es recopilada por análisis y observación, cuya intencionalidad debe cumplir con la rigurosidad de los tiempos para el análisis, permitiendo una correcta revisión de los elementos a tener en cuenta. Lo anterior basado en los autores Bonilla y Rodríguez (2000) quienes afirman. “En la investigación cualitativa la observación constituye otro instrumento adecuado para acceder al conocimiento” (p.203).

## **Proceso de toma de decisión**

Tras la primera parte de la Administración Científica pensada por Frederick Taylor (1997) y luego del movimiento de Relaciones Humanas que en algo disipó el ideal de la Administración como una ciencia exacta, se vio resurgir una especie de nuevo clan de la escuela científica, a partir de mediados del siglo XX. Posterior, aparece Herbert Simon (1997), con sus contribuciones al análisis de los procesos de toma de decisiones, quien se constituye en uno de los autores más influyentes en la formación del moderno pensamiento administrativo.

Simon (1997), se muestra como severo crítico del pensamiento administrativo vigente en su época. Empieza trabajar con principios como los de la organización funcional del producto; intenta una integración sintética de personas y estructuras, que son desligables en cualquier organización, y relanza el pensamiento administrativo hacia nuevas concepciones, donde la organización evoluciona específicamente de la interacción de variables que se entrelazan en procesos constantes de identificación del problema, búsqueda de soluciones, análisis de opciones y toma de decisiones.

De acuerdo con Simon (1997), “para comprender los fenómenos organizacionales, es necesario estudiar en ellos los mecanismos de estructuración de problemas y, así mismo, sobre todo, los mecanismos del desenlace en opciones individuales” (p.29). De aquí se desprende un concepto central para la de toma de decisiones: La racionalidad limitada. Es, en términos simples, un concepto según el cual,

Ningún individuo puede tener todo el conocimiento de los elementos de conjunto de una situación, ni todas las consecuencias de los actos que puede emprender, ni de todas las opciones posibles, pues la elección o la decisión se hace en un contexto y en el marco de un proceso que a menudo dependen mucho más de las formas habituales de funcionar que de análisis exhaustivos y racionales; esta elección no puede ser la mejor decisión, sino sólo la más satisfactoria en dichas circunstancias, entre varias alternativas posibles. (Aktouf, 1998, p.55)

“Los sesgos cognitivos son patrones comunes de pensamiento que se ha demostrado provocan una distorsión que lleva a errores de juicio y una mala toma de decisiones” (Charyk, 2017, p.26).

Simon (1997), brinda nuevas ideas en torno al comportamiento de las personas dentro de las organizaciones, en las cuales se combinan de manera integrada ciertos determinantes psicológicos, estructurales y económicos, aunque el núcleo del enfoque continúe siendo la búsqueda de la comprensión de los procesos de elección. La toma de decisiones se convierte de esta manera, en un mecanismo de búsqueda activa de una entre varias vías posibles, y el interés del director del proyecto es llegar a conocer cómo el empleado puede orientar su elección hacia una conducta cooperativa y positiva.

Se trata de un mecanismo que pone en juego los incentivos planteados por la organización y la forma en que el empleado los considera coyunturalmente, en el marco de sus aspiraciones personales. Confrontadas con los objetivos organizacionales, estas aspiraciones pueden conducir a una convergencia o a una divergencia; los incentivos ofrecidos pueden marchar o no en el

sentido de los objetivos personales. El equilibrio dinámico entre aspiraciones-incentivos y objetivos es el fundamento de las opciones del individuo.

En resumen, la decisión de cooperar representa la motivación, y esta decisión resulta de un proceso de búsqueda de satisfacción propia por las aspiraciones a través de las oportunidades e incentivos que la organización ofrece.

El aporte de Herbert Simon (1997), al pensamiento administrativo moderno, resulta sobresaliente por el nuevo impulso que daría al enfoque psicológico a través del estudio de los determinantes de los comportamientos para la elección de posibles soluciones y toma de decisión.

En el sistema de Simon (1997), se halla como base la organización, la cual aparece como un lugar de consenso, como ámbito más o menos cerrado a las influencias y contradicciones externas, y como terreno predilecto del ser humano racional.

Más aún, se encuentra la concepción implícita del empleado que ejecuta y no razona, tras la división que distingue entre decisiones rutinarias, en la base; decisiones programadas, en el nivel intermedio; y decisiones no programadas, por lo tanto, creativas e inteligentes, en la cima de la pirámide organizacional.

Es de importancia tener en cuenta que los problemas de toma de decisiones en proyectos, constituyen la base de toda la investigación en temas administrativos. Los problemas, según Davis (2000), “pueden definirse como preguntas planteadas que necesitan una solución en un entorno administrativo, aun cuando la variación de problemas administrativos posibles es infinita” (p.48), todos exhiben las siguientes condiciones mínimas para su existencia:

1. Un individuo que tiene un problema: el tomador de decisiones
2. Un resultado deseado por quien toma la decisión (objetivo)
3. Al menos dos cursos de acción de eficiencia desigual que tienen la misma oportunidad de rendir el mismo objetivo
4. Un estado de duda en quien toma la decisión en cuanto a cual elección es mejor
5. Un entorno o contexto del problema

Por otro lado Hammond, Keeney y Raiffa (1999), proponen:

Un método para tomar decisiones, denominado PROACT, el cual ayuda al decisor a identificar los aspectos tanto tangibles como intangibles de su situación decisoria y a introducir todos los hechos pertinentes, sentimientos, opiniones, creencias y consejos en la mejor elección posible. El método se basa en la identificación de ocho elementos que son aplicables a cualquier decisión, a saber: el problema, los objetivos, las alternativas, las consecuencias, las transacciones, la incertidumbre, la tolerancia del riesgo y las decisiones vinculadas. (p.29)

La esencia del enfoque PROACT es, dividir para ganar. Para resolver una situación compleja se divide ésta en los ocho elementos constituyente del enfoque y se piensa sistemáticamente en cada uno de ellos, concentrándose en los que son claves para la situación particular.

Los ocho elementos, del método PROACT, actúan de la siguiente manera:

- **Definir el problema con precisión.** Responde a la pregunta ¿Sobre qué se va a decidir?  
Para acertar en la elección, es preciso plantear cuidadosamente los problemas de decisión, reconociendo su complejidad y evitando hacer supuestos que no se justifican y prejuicios que limitan las opciones para su solución.
- **Especificar los objetivos.** La decisión debe llevar a la persona, a donde esta quiera ir. Es necesario definir los objetivos con claridad, identificando intereses, valores, preocupaciones, temores y aspiraciones.
- **Crear alternativas imaginativas.** Las alternativas representan diferentes líneas de conducta, entre las cuales se debe elegir.
- **Entender las consecuencias.** Consiste en comprender hasta qué punto satisfacen las alternativas los objetivos planteados. Las alternativas atraen, pero más allá están las consecuencias, las cuales hay que evaluar, para identificar aquellas que mejor se ajustan a los objetivos.
- **Estudiar las transacciones.** Como los objetivos muchas veces son contradictorios entre sí, es preciso encontrar un justo medio. Es importante fijar prioridades, atendiendo abiertamente a la necesidad de hacer transacciones entre los diversos objetivos contradictorios.
- **Aclarar las incertidumbres.** La incertidumbre hace más difícil la decisión, pero una eficaz toma de decisiones exige que ésta se tenga en cuenta, que se juzgue la probabilidad de distintos resultados y se evalúen sus posibles impactos de los mismos.

- **Tener clara la tolerancia del riesgo a asumir.** Cuando las decisiones se toman en condiciones de incertidumbre, la consecuencia que se busca puede no ser la que en realidad resulta. Las personas varían en cuanto a su tolerancia al riesgo, según lo que esté en juego, en cuanto al riesgo que están dispuestas a aceptar de una decisión a la siguiente.
- **Considerar decisiones vinculadas.** Lo que se decida hoy, podrá influir en las elecciones de mañana; y las metas para el mañana deben influir en las decisiones de hoy. De esta forma, muchas decisiones importantes están vinculadas en el tiempo.

Los ocho elementos del método PROACT, permiten realizar un análisis concreto sobre una situación, teniendo como consecuencia aumentar las posibilidades de encontrar soluciones lo suficientemente satisfactorias para asegurar una correcta toma de decisión.

Por su parte, Drucker (1992) afirma:

Los ejecutivos eficaces no toman un gran número de decisiones. Se concentran en lo que es importante. Intentan realizar unas pocas decisiones relevantes al nivel más elevado de entendimiento conceptual; tratan de hallar las constantes de la situación, de detectar lo que es estratégico y genérico, en lugar de intentar resolver problemas. Por lo tanto, no se dejan impresionar por la necesidad de tomar decisiones con gran rapidez; en lugar de eso, consideran que la habilidad de operar con un gran número de variables es un síntoma de baja calidad intelectual. Desean conocer en qué consiste la decisión y cuáles son las realidades subyacentes que hay que satisfacer al tomarlas. (p.29)

Para Drucker (1992), “toda decisión debe implicar la emisión de un juicio sobre la viabilidad o no viabilidad de adoptar un riesgo, lo que exige el cumplimiento de seis etapas que intervienen en el proceso de toma de decisiones” (p.30).

1. **Clasificación del problema.** Donde debe identificarse qué tipo de problema es, a saber, genérico, excepcional o único.
2. **Definición del problema.** Consiste definir qué elementos son necesarios para solucionar el problema.
3. **Condiciones que tiene que satisfacer la respuesta al problema.** Es decir, definir cuáles son las condiciones de campo que delimitan el problema. Las condiciones de campo comprenden las metas mínimas que se tienen que alcanzar, las condiciones que es necesario satisfacer y los objetivos que se han planteado.
4. **Decidir en base a lo que es correcto, en lugar de lo que es aceptable, con el objeto de cumplir las condiciones de campo.**
5. **Incluir dentro de la decisión las acciones que hay que llevar a cabo.** Así como el análisis sobre las condiciones de campo constituye la etapa más difícil en la toma de decisiones, transformar la decisión en una acción efectiva es normalmente, la que más tiempo consume. De hecho, no hay decisión mientras no se le asigne a alguien la responsabilidad de llevar a cabo el proceso a través de sus etapas sucesivas. Hasta entonces, no deja de ser solo una buena intención. El error más recurrente en el planteamiento de políticas, especialmente empresariales, es que éstas no conllevan un compromiso de emprender la acción. Convertir una decisión en acción implica la



respuesta a varias preguntas bien claras: ¿Quién debe conocer esta decisión?, ¿Qué acción es la siguiente a realizar?, ¿Quién ejecutara dicha acción?, ¿De qué forma la gente encargada de llevar a cabo la acción, puede hacerlo de la manera más correcta posible?

6. **Establecer el control que comprueba la validez y la eficacia de la decisión en relación con el estado actual de los hechos.** Hay que integrar, finalmente, la supervisión y la transmisión de la información en el seno de la decisión, para proporcionar un contraste permanente de los resultados actuales, respecto a las expectativas que subyacen tras las decisiones tomadas. Las decisiones son tomadas por personas. Las personas se pueden equivocar; y, en el mejor de los casos, sus trabajos no duran mucho tiempo. Incluso la mejor decisión tiene una gran probabilidad de estar equivocada. Más aún, la que supuestamente, es la más eficaz se convierte en obsoleta con relativa facilidad y frecuencia.

Según Omar Aktouf (1998), “en las obras que tratan sobre la administración de organizaciones, existe la costumbre de decir que el administrador es un decisor” (p.52). El campo vinculado al trabajo del administrador que en mayor medida ha suscitado publicaciones, debates, discusiones y teorías es, sin objeciones, el de la decisión.

Es evidente todo el peso que puede tener la decisión, elemento del proceso administrativo considerado desde siempre como el más importante. Porque la decisión, es el elemento que influye en la vida de las organizaciones, porque es el momento en que se actualiza la concepción que uno se hace de la empresa y de sus componentes. Pues es en la toma de decisiones, que se

manifiesta con máxima claridad la naturaleza de las relaciones que discurren en la organización, la forma en que se representan los roles y las categorías, la forma en que se considera al empleado y el alcance de su aporte a la empresa.

Según los niveles y puestos a los que se otorga la capacidad y el derecho de decidir, se condiciona la forma de elaborar la estructura de la organización, su grado de centralización, su modo de comunicación, por ende, su vínculo humano y social.

Decidir, es transformar una voluntad en una acción, es el elemento intermediario entre el pensamiento y la acción, es el momento del paso al acto propiamente dicho. Mas, como en todo momento tenemos ante nosotros infinidad de actos posibles o probables, decidir se convierte entonces en hacer elecciones permanentemente, en seleccionar en cada circunstancia dada, un acto dado. La forma en que se obra y se actualiza esta opción, es lo que se llama proceso de decisión.

A la decisión está irremediabilmente asociada la noción de poder. "Decisor" es la persona que cuenta con el poder conferido por el derecho y los medios de confrontar, optar y hacer seguir su opción de una aceptación, de la obediencia por parte de quienes se encargan de concretar la opción en cuestión.

En las organizaciones, se tiene que, los socios o sus representantes, poseen de hecho y de derecho el poder de tomar decisiones. Incluso están explícita y oficialmente encargados del rol de decisores, mientras que el resto de la organización, particularmente en el ámbito de la producción y/u operación, está ahí, para ejecutar las acciones amarradas a dicha decisión.

Así, la decisión es el proceso por el cual se llega a una acción, pero una acción supuestamente aclarada, informada y motivada. “La decisión es un proceso que lleva consigo la responsabilidad de planear y regular de forma eficiente las operaciones del proyecto para un proceso en específico” (Reyes, 2007, p.16). Se trata de elegir entre varias formas posibles de actuar con miras a alcanzar una meta u objetivo claro e identificado, en condiciones y circunstancias establecidas. Este proceso implica toda una serie de actos parciales y secuenciales que conducirán al decisor desde la toma de conciencia de la necesidad de elegir, hasta seleccionar una solución entre las más adecuadas, teniendo en cuenta la situación, y pasando por la recolección y el procesamiento de toda la información necesaria para asegurar una correcta toma de decisión. De lo anterior, se tiene que el decisor debe poseer según Chiavenato (1999), “habilidades importantes para lograr el desempeño administrativo exitoso; entre estas se encuentran las habilidades técnicas, habilidades humanas y habilidades conceptuales” (p.92).

Aktouf (1998), “precisa las etapas de la toma de decisión en un marco llamado racional y simple” (p.63). Es decir, en un marco en el cual se sugiere que el conjunto de elementos necesarios puede ser conocido y estar disponible; que el modo de tratamiento de estos elementos, de acuerdo con el análisis secuencial realizado, es en sí mismo, garantía de su adecuación y de su lógica; que los factores que influyen, son prescindibles, al punto de poder ignorarse totalmente. Lo anterior conduce a identificar un proceso secuencial en la toma de decisiones, esquematizado de la siguiente forma:

**Etapa 1.** Toma de CONCIENCIA de la existencia del problema, de la necesidad de efectuar una elección, arbitrar, corregir, reorientar, cambiar las cosas; localización e identificación del problema, la dificultad o la nueva necesidad que se presenta en la organización.

**Etapa 2.** Definir el estado de la situación mediante una definición clara del problema, a través de la elaboración de un DIAGNÓSTICO. En esta etapa debe reunirse un máximo de informaciones sobre las características de la situación, su génesis, los principales factores que condujeron a ella, tanto dentro como fuera de la empresa.

**Etapa 3.** Recordar, precisar o determinar los OBJETIVOS generales que se persiguen y los objetivos parciales que se quieren cumplir para corregir o mejorar la situación. Como en el caso de la planificación, estos objetivos deben ser tan precisos como sea posible, así como medibles. Si las condiciones se prestan, los objetivos también deben ser jerarquizados, distinguidos por orden de prioridad, desde lo más inmediato, lo más parcial, hasta lo más global.

**Etapa 4.** Determinación de los CRITERIOS que servirán para comparar opciones y posibilidades, para tomar medidas más objetivas, y para hacer las metas perseguidas más específicas, más cuantificables.

**Etapa 5.** Identificación, inventario de los RECURSOS disponibles y de su condición. Estudio de la capacidad de estos recursos para llevar a cabo la realización de los objetivos considerados. Estudio de las posibilidades de solicitar y adquirir recursos suplementarios en caso de ser necesario.

**Etapa 6.** Investigación e identificación de las LIMITACIONES eludibles e ineludibles, internas y externas, financieras y humanas, materiales y legales.

**Etapa 7.** Búsqueda de POSIBILIDADES, soluciones, opciones capaces en el marco de los objetivos, los recursos y las limitaciones inventariadas de conducir lo más cercanamente al estado futuro deseado. En este punto, es importante enumerar un máximo de soluciones y opciones, de no quedarse en la primera posibilidad que parezca viable, pues reflexionando en mayor profundidad siempre se encontrará algo mejor.

**Etapa 8.** COMPARACIÓN y evaluación de todas las soluciones consideradas viables en relación con los objetivos, los recursos, las limitaciones.

**Etapa 9.** Finalmente, la SELECCIÓN de la solución (o combinación de soluciones) apta para llegar al resultado deseado en la forma más directa y al menor costo posible.

Se pueden llegar a clasificar las decisiones en tres grandes tipos primarios: decisión estratégica, decisión administrativa, decisión corriente y en dos tipos secundarios: decisión programada o no programada.

La decisión estratégica se refiere a las decisiones tomadas en el nivel de las reuniones estratégicas de la organización; conciernen a acciones globales de gran alcance, que alcanzan a comprometer las políticas, objetivos y las orientaciones generales de la empresa, poniendo en juego varias estructuras y funciones a la vez, y orientándose a las metas de conjunto (por ejemplo, productos que se lanzarán, elección de mercados, determinación de márgenes de ganancia).

La decisión administrativa, es más del orden del mediano plazo, de la acción de una estructura o de una función a la vez. Está orientada, sobre todo, a asegurar la disponibilidad de los medios y recursos, así como de su combinación para el logro de cada una de las metas parciales que conducirán a la realización de las metas globales de la empresa (por ejemplo, reclutamiento, promociones, compras, ubicación de los lugares de producción). Es la clase de decisiones que toma la jerarquía intermedia.

La decisión corriente, es la que concierne sólo a la acción muy local, cotidiana o de alcance temporal muy limitado. Está orientada sólo al corto plazo y al logro de metas operativas cotidianas; involucra sólo a funciones opuestas individuales y no a las estructuras (modificar la composición de un equipo de obreros, cambiar el orden de visita a los clientes, reparar o reemplazar una pieza de maquinaria). Esta clase de decisión se deja a la iniciativa de la jerarquía de manejo de la operación, la más cercana a la ejecución del trabajo.

La decisión programada es aquella, que según la terminología de Simon (1997), este afirma: “se puede encontrar en todos los niveles de la organización, y que consistiría en aplicar procedimientos conocidos, repetitivos y rutinarios” (p.64). Por ejemplo, cada mañana se deben tomar cierto número de decisiones para ejecutar la operación o responder a la demanda de un cliente. En tanto estas decisiones implican actos y procedimientos habituales, bien conocidos y previstos.

Este tipo de decisión se puede confiar con facilidad a un ordenador, por tratarse de respuestas previstas a situaciones previstas y previsibles.

La decisión no programada, al contrario de la anterior, implica lo imprevisto, lo no codificado, lo inesperado, lo nuevo. Un cliente que demanda un arreglo nunca realizado al producto que compra, un empleado que pide un tipo de licencia que no figura en el reglamento, o la proporción de conflictos que súbitamente excede el límite admitido, son sendas situaciones que apelan a algo distinto del simple juego habitual de los procedimientos establecidos. A mayor altura en la escala jerárquica, más numerosas, pueden ser las decisiones no programadas, en el marco de la administración no tradicional.

Sin salir muy lejos del marco de la decisión racional y simple, se utilizan ciertos métodos que permiten formalizar aún más las etapas de la toma de decisión, especialmente las que contiene formas de cuantificación, cálculos de probabilidades y diversas posibilidades de comparación cifrada, tales como los modelos PERT/CPM de análisis del tiempo, los árboles de decisión, los modelos de restricción y optimización, y los modelos de simulación (Davis y Mckeown, 1986).

Sin embargo, podemos decir que, en el campo teórico de la toma de decisión, Aktouf (1998), “ha considerado como elemento primordial de su concepción, el concepto del homo economicus. Es decir, del ser humano racional, lógico y que obra en función de una sola finalidad: maximizar sus ganancias personales en todo momento” (p.69).

## **Los modelos de Investigación de Operaciones**

El campo de la investigación de operaciones procede de la Administración Científica, con las mejoras dadas por los métodos más avanzados, tales como: la tecnología computacional y una orientación dirigida hacia problemas más amplios. La investigación de operaciones adopta el método científico como estructura para la toma de decisiones y para la solución de problemas, haciendo mayor énfasis en el juicio objetivo que en el subjetivo.

Roger G. Schroeder (1988), afirma: “las definiciones de investigación de operaciones varían desde técnicas matemáticas específicas, hasta el método científico en sí” (p.30).

Muchas de las definiciones incluyen tres aspectos básicos comunes al enfoque de la investigación de operaciones en la toma de decisiones administrativas:

- Una visión sistémica del problema a resolver
- Una concordancia en cuanto al uso del método científico en la resolución de problemas
- La utilización de técnicas específicas de estadística, probabilidad y modelos matemáticos para ayudar a quien toma las decisiones para resolver el problema

La investigación de operaciones es considerada como una teoría de las decisiones aplicadas, e incorpora el enfoque sistémico al reconocer que las variables internas y externas en los problemas de decisión son interdependientes y están interrelacionadas.



La investigación de operaciones se relaciona con el análisis de las operaciones que se ejecutan en un sistema y no simplemente con un problema en particular. La investigación de operaciones utiliza:

- La probabilidad para las decisiones bajo condiciones de riesgo y poca certidumbre
- La estadística en la sistematización y el análisis de los datos con el propósito de obtener soluciones significativas
- La matemática, para lograr la formulación de los modelos cuantitativos necesarios

La investigación de operaciones es la aplicación de métodos, técnicas, instrumentos y herramientas científicas a los problemas que involucran las operaciones de un sistema, de modo que proporcione, a quienes lo dirigen, soluciones óptimas para el problema tratado; “la mayor preocupación en la fase de aplicación de soluciones, es la de elaborar sistemas de comprobación lo más confiables posibles” (Sabino, 2002, p.28). Se ocupa generalmente, de operaciones de un sistema existente, es decir, materiales, energías, personas y máquinas en operación.

La investigación de operaciones se vale de un modelo de acción desarrollado de manera analítica, siguiendo una metodología lógica y, cuando aplica, matemática.

Según Russell A. y Annoff L. (1957), el método de acción de la investigación de operaciones posee sus principales campos de aplicación en las siguientes áreas:

1. Con relación a las personas:
  - Organización y gerencia.

- Ausentismo y relaciones de trabajo.
  - Economía.
  - Decisiones Individuales.
  - Investigación de mercados.
2. Con relación a personas y a máquinas:
- Eficiencia y productividad.
  - Organización de flujos en fábricas.
  - Métodos de control de calidad, inspección y muestreo.
  - Prevención de accidentes.
  - Organización de cambios tecnológicos.
3. Con relación a movimientos:
- Transporte, almacenamiento, distribución y manipulación.
  - Comunicaciones.

En la investigación de operaciones se utilizan herramientas propias, la mayoría cuantitativas; estas, logran establecer modelos matemáticos que solo son una representación simbólica y simplificada de la realidad organizacional que se pretende abordar.

Un elemento principal de la investigación de operaciones es el modelo matemático. Según Taha (2003) “aunque la solución de un modelo matemático establece una base para tomar una decisión, se deben tener en cuenta factores intangibles o no cuantificables” (p.21). Por ejemplo,

el comportamiento y reacciones humanas, para poder llegar con mayor grado de certidumbre a una decisión final.

Los modelos cuantitativos de la investigación de operaciones más empleados son los modelos matemático-analíticos y los modelos de simulación.

La solución de un modelo de la investigación de operaciones se apoya matemáticamente, sobre una o más de las siguientes teorías conocidas, según Moskowitz (1982):

- Teoría de juegos.
- Teoría de las colas de espera.
- Teoría de la simulación.
- Teoría de los grafos.
- Programación lineal.
- Probabilidad y estadística matemática.
- Programación dinámica.

En la teoría de juegos, el concepto de conflicto implica oposición de fuerzas, de intereses o de personas, lo que origina una acción. Sin embargo, esa oposición no se da de manera inmediata y explícita, si no a partir de la formación y desarrollo de unas acciones, hasta llegar a un punto más o menos irreversible donde se desencadena la acción dramática. La teoría de juegos se aplica solo a algunos tipos de conflictos que implican la disputa de intereses entre dos o más participantes, y en los que cada parte, en determinados momentos, puede tener una diversidad de

acciones posibles, delimitadas, sin embargo, por las reglas del juego. El número de estrategias disponibles es finito y, por tanto, numerable.

La teoría de las colas trata la manera de optimizar una distribución en condiciones de aglomeración y de espera. Esta teoría analiza los puntos de congestión y los tiempos de espera, es decir, las demoras presentadas en algún punto en la prestación del servicio.

La mayor parte de la teoría de colas se sitúa, generalmente, en algunas de las siguientes categorías: en problemas de comunicación telefónica, problemas de tráfico o en problemas de averías de máquinas y de aprovisionamiento.

La teoría de colas, permite realizar estudios precisos sobre la congestión, subutilización o sobreutilización de puestos de trabajo, tiempos de espera y número de unidades o de servicios prestados en forma oportuna, entre otros.

Por su parte, la teoría de la simulación es una de las mejores alternativas de observación para un sistema. Permite recopilar información pertinente, acerca del comportamiento del sistema a través del tiempo. La simulación se puede usar para estimar las mediciones del desempeño de un sistema modelado, entre otras. Es un experimento estadístico, por lo cual, sus resultados se deben interpretar aplicando las pruebas estadísticas adecuadas.

De la teoría de los grafos, se pueden derivar las técnicas de planeación y programación por redes (CPM y PERT), que son muy utilizadas en actividades de construcción civil y montaje industrial. Tanto el PERT (Program Evaluation Review Technique) como el CPM (Critical Path Method), son diagramas de flechas que buscan identificar el camino más crítico, permitiendo establecer

una relación directa entre los factores de tiempo y costo, obteniendo de esta forma, el llamado óptimo económico de un proyecto. Dicho óptimo económico, se alcanza a través del cumplimiento de una secuencia de operaciones en la ejecución de todas las actividades de un proyecto, permitiendo el máximo aprovechamiento posible de los recursos disponibles en un plazo óptimo.

La investigación de operaciones establece, así, modelos que permiten determinar, entre otros, maximizaciones de las utilidades o minimizaciones de costos, mediante la identificación de una función objetivo que interpreta el propósito de la empresa, teniendo en cuenta la disponibilidad de recursos que posee, generalmente limitados, o considerando los requerimientos mínimos de insumos.

La probabilidad y el análisis estadístico, hacen posible la obtención de información a partir de los datos disponibles. En otras palabras, es el método mediante el cual se obtiene la misma información con una menor cantidad de datos. Es muy utilizado para aquellos casos en los cuales los datos son difíciles de obtener. Una de las aplicaciones del análisis estadístico, es el control de calidad en la administración de la producción, elemento básico en la presente investigación.

La programación dinámica se aplica a problemas que presentan varias fases interrelacionadas, en donde se debe adoptar una decisión adecuada para cada una de éstas, sin perder de vista el objetivo principal. Solamente cuando sea de total conocimiento el efecto de cada decisión, podrá hacerse la selección final. La programación dinámica se puede aplicar a casos de estudios de

alternativas económicas, por ejemplo, comprar, construir, mantener máquinas y equipos, o comprar y alquilar bienes inmuebles o incluso mantener o desmovilizar activos de la empresa.

Por su parte, Koontz (1995), considera “que la investigación de operaciones es la aplicación de métodos científicos al estudio de alternativas en una situación de problemas, con la perspectiva de obtener una base cuantitativa para llegar a la mejor solución posible” (p.213). Desde esta óptica, se puede hacer hincapié en el método científico y por lo tanto en el uso de datos cuantitativos, en las metas y en la determinación de los mejores medios para alcanzar esas metas.

Se puede considerar que las características esenciales de la investigación de operaciones, en cuanto a su aplicación a la toma de decisiones, podrían resumirse de la siguiente forma: pone de relieve los modelos, o sea la representación lógica de una realidad o problema; hace énfasis en las metas de un área de problema y en el desarrollo de medidas eficaces para determinar si una solución dada muestra promesa de alcanzar esas metas; incorpora en un modelo las variables de un problema o, cuando menos, las que parezcan ser importantes para su solución; coloca el modelo, junto con sus variables, limitaciones y metas, en términos matemáticos para que puedan ser claramente identificados y aplicados; cuantifica las variables de un problema en lo posible, ya que solamente los datos cuantificables pueden ser insertados en un modelo para que ofrezca un resultado medible; y complementa una gran cantidad de datos no disponibles con métodos matemáticos y estadísticos utilizables como las probabilidades de una situación.

Con esto, generalmente, se logra que el problema matemático y el cálculo puedan resolverse con un pequeño margen de error, a pesar de las lagunas que puedan tener los datos, aún al ser cuantificables en forma precisa.

Para Koontz (1995),

La investigación de operaciones es la aplicación, por grupos interdisciplinarios, del método científico a problemas relacionados con el control de las organizaciones o sistemas, con el fin de que se produzcan soluciones que mejor sirvan a los objetivos de toda organización.

(p.73)

Se entiende por organización un sistema que posee componentes e interacciones entre las mismas, y se considera que algunas de estas interacciones son controlables y otras no lo son.

En un sistema, el comportamiento de cualquiera de sus partes o componentes tiene efectos directos e indirectos en el resto. La investigación de operaciones es, entonces, un método que permite encontrar las relaciones óptimas entre sus partes o componentes, en las que puede operar un sistema, dado un objetivo específico.

La investigación de operaciones se concibe como la aplicación de la metodología científica a través de modelos, con claros objetivos, tales como, primero representar el problema real que se quiere abordar en un sistema y segundo para resolverlo. Los modelos que son utilizados en la investigación de operaciones son matemáticos, compuestos estos por ecuaciones, las cuales permiten calcular los valores exactos o aproximados, según el modelo aplicado, de los componentes controlables del sistema para que pueda comportarse mejor, de acuerdo con los

criterios establecidos con anterioridad. Estos cálculos se realizan bajo el supuesto de que la información asociada al estado de aquellos componentes del sistema que no se pueden controlar es conocida.

Adicionalmente, Koontz (1995) sostiene “que la investigación de operaciones se aplica tanto a problemas tácticos y estratégicos de la organización” (p.68). Los problemas tácticos son aquellos enfocados en las actividades diarias de la organización, mientras que los estratégicos se relacionan con la planeación general, apoyándose en las operaciones cotidianas de la organización en forma indirecta.

Finalmente, uno de los aspectos más relevantes para la investigación de operaciones, es la capacidad de formular modelos simbólicos o matemáticos, tales como los procesos de simulación y las técnicas de pronósticos, en las cuales se emplean un conjunto de signos y funciones que no sólo describen el comportamiento del sistema mediante la representación de las variables, sino que además permiten tomar decisiones de optimización y mejora, y establecer relaciones de dependencia para describir el comportamiento del sistema. La solución del problema podría obtenerse, entre otras maneras, aplicando técnicas matemáticas conocidas al sistema, como la programación lineal.



## **Estado del Arte**

Se considera el planteamiento de Wehrich H. (1994), quien define la investigación de operaciones como: “la aplicación de métodos científicos al estudio de alternativas en una situación de problemas, con la perspectiva de obtener una base cuantitativa para llegar a la mejor solución posible” (p.24).

El enfoque de sistemas a un problema, es característico en la investigación de operaciones, esto consiste en examinar toda el área que es responsabilidad del director de proyectos y no una en particular, permitiendo esto que el personal que trabaja con el enfoque de investigación de operaciones, observe los efectos de las acciones fuera del área de localización del problema, lo que permitir llegar de manera eficaz a la solución del problema verdadero y no solo a sus síntomas.

Además, debe incluirse una base cuantitativa o modelo para la toma de decisión en la solución del problema, pero en algunos casos, las respuestas dadas por la computadora conducirán a la necesidad de ciertas modificaciones que reflejen la futura condición del proyecto o bien se toma como una guía a seguir por el director de proyectos sin necesidad de hacer cambios.

Con la investigación de operaciones se presenta la oportunidad de que sus resultados se utilicen en la toma de decisiones a niveles administrativos superiores, medianos y bajos. La experiencia del director de proyecto, las futuras condiciones del proyecto y los resultados de un modelo

matemático conforman la mejor combinación para la planeación, organización, dirección y control de las actividades del proyecto.

“En la investigación de operaciones se usan tres tipos de problemas: determinísticos, con riesgo y bajo incertidumbre” (Robbins, Stephen, P. y Coulter, M., 2005, p.144).

- **Problemas Determinísticos:** Son aquellos en los que cada alternativa del problema tiene una solución. Por esto, como hay varias alternativas, hay también varias soluciones; cada una con una diferente eficiencia y/o efectividad asociada a los objetivos del sistema. Por lo tanto, existe el problema de decisión.
- **Problemas con Riesgo:** Son aquellos en los que cada alternativa del problema, tiene varias soluciones, cada solución puede ocurrir con una cierta probabilidad, la distribución de estas probabilidades se conoce o se puede estimar.
- **Problemas bajo incertidumbre:** Son aquellos en los que el problema, cuenta con varias soluciones. Sin embargo, no se conocen las probabilidades o distribuciones probabilísticas para estas soluciones.

Los modelos en Investigación de Operaciones, son representaciones idealizadas de una realidad, en función de las interrogantes planteadas, por lo cual, una realidad puede tener diversos modelos.

El modelo se podría definir, como la representación de un sistema de acuerdo a los objetivos del estudio del sistema.

- **Clasificación de Modelos, según su forma de presentación:**
  - **Modelos Descriptivos**

Son aquellos que están expresos en lenguaje convencional. Usando este tipo de modelos la selección de alternativas se hace sobre la base de la intuición y el sentido común.
  - **Modelos Icónicos o físicos**

Son aquellos que lucen como el sistema físico correspondiente
  - **Modelos Simbólicos**

Son aquellos cuya expresión básica no está formada por relaciones funcionales explícitas, sino por un conjunto de pasos que indican el procedimiento a seguir en la solución de un problema. La selección de alternativas en este tipo de modelos se hace a través de simulación.
  
- **Clasificación de Modelos, según su estructura:**
  - **Modelos Determinísticos**

Son aquellos que no incluyen propiedades relacionadas con fenómenos aleatorios.
  - **Modelos Estocásticos**

Son aquellos que incluyen variables o relaciones funcionales que dependen de fenómenos aleatorios.
  - **Modelos Lineales**

Son aquellos que incluyen solamente funciones lineales.
  - **Modelos no lineales**

Son aquellos que incluyen funciones no lineales.

○ **Modelos Estático**

Es aquel que representa a un sistema de tal manera que las variables y las reacciones funcionales no sufren alteraciones debido a cambio en el tiempo.

○ **Modelo Dinámico**

Es aquel que representa a un sistema de manera que el tiempo juega un rol importante.

○ **Modelos continuos**

Se caracterizan por tener variables y funciones continuas en el tiempo y con magnitud.

○ **Modelo Discreto**

Se caracterizan por tener variables y funciones discretas en el tiempo y con magnitud.

La resolución de un modelo analítico de Investigación de Operaciones, se apoya matemáticamente sobre una o más de las siguientes teorías:

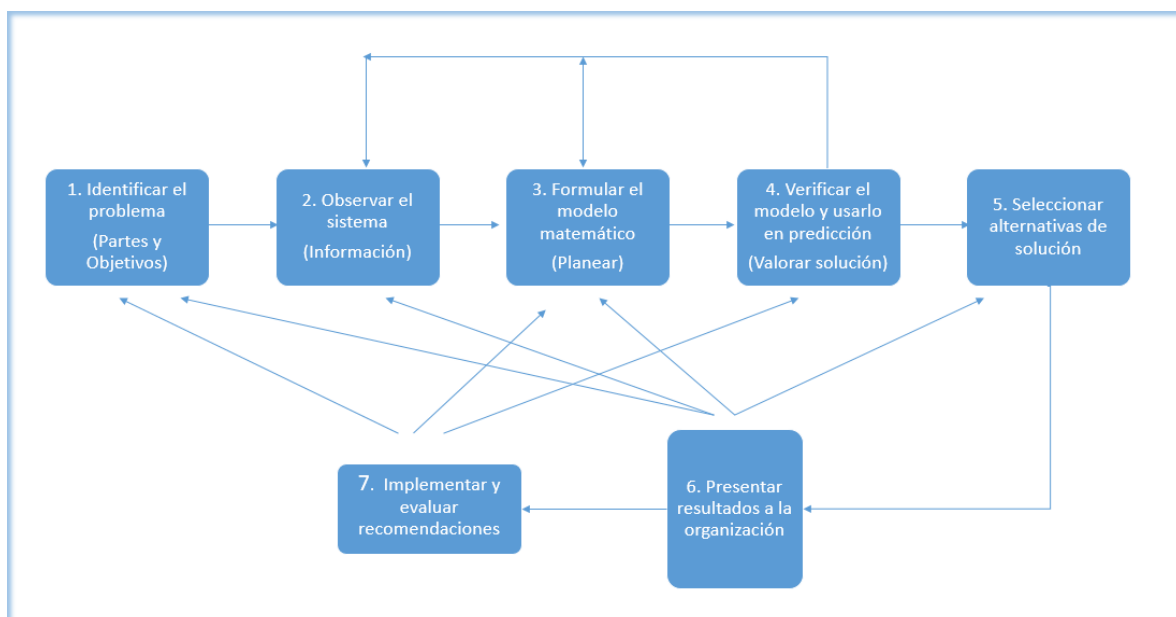
- Teoría de juegos
- Teoría de colas
- Teoría de control
- Teoría de la decisión
- Teoría de los grafos

- Programación lineal
- Probabilidad y estadística
- Programación dinámica
- Cadena de Markov

La resolución de modelos estocásticos de Investigación de Operaciones, se apoya en uno o más de los siguientes métodos:

- Simulación por eventos discretos
- Método de Montecarlo

El siguiente procedimiento de siete pasos mostrado en la siguiente imagen, puede constituir una metodología de acción al aplicar la investigación de operaciones con sus modelos en la toma de decisiones en los proyectos de ingeniería.



*Ilustración 1. Metodología de los 7 pasos para la toma de decisiones basada en IO. Fuente: Elaboración Propia*

Según Galindo M. (2010), “una decisión puede variar en trascendencia y connotación” (p.64).

Por lo cual independientemente de la decisión a tomar se debe identificar y analizar el problema con la metodología de los siete pasos.

- **Paso 1: Identificar el problema**

En este paso se inicia con la observación de los fenómenos o variables que rodean el problema; hechos, opiniones y síntomas relativos al mismo. En esta observación se incluye la especificación de los objetivos del proyecto y de las partes a analizar del mismo.

- **Paso 2: Formular el problema**

En este se puede expresar explícitamente y sin ambigüedades las características esenciales del problema, las restricciones, las variables, los parámetros pertinentes, criterios subyacentes o función objetivo. Esta formulación nos guiará para buscar la solución; sin esta etapa sería difícil lograr la congruencia entre la solución al problema y los criterios básicos.

- **Paso 3: Construir (formular) el modelo**

Esto consiste en el desarrollo de cursos alternativos de acción o hipótesis, en la forma de modelo matemático, el cual es generalmente diseñado para ser usado en computadoras con el software correspondiente para obtener una solución óptima o una aproximación a esta. Se pueden construir modelos que representen la estructura del sistema real en términos cuantitativos para

manipularse y experimentar cambiando ciertas variables y manteniendo otras como constantes para conocer de esta manera los efectos de estos cambios sobre el sistema que se estudia.

- **Paso 4: Verificar el modelo y usarlo en predicciones**

En este punto, se verifica si el modelo matemático diseñado es una buena representación de la realidad que se estudia, calificando su validez para situaciones actuales. Frecuentemente, si el modelo de experimentación es muy limitado, se pueden tener resultados engañosos, que traen como resultados la corrección de criterios de evaluación equivocados.

- **Paso 5: Seleccionar una alternativa**

Si se logra encontrar una alternativa que se adapte mejor a los objetivos del proyecto con el modelo matemático propuesto, entonces debe ser seleccionado para su presentación ante los responsables de las tomas de decisiones, aunque muchas veces estas alternativas contengan muchas restricciones difíciles de cumplir.

- **Paso 6: Presentar resultados a los stakeholders**

Al terminar la etapa de pruebas y desarrollo de un modelo con solución aceptable, se puede presentar una recomendación o alternativas para que el director de proyectos seleccione la que mejor se ajuste a sus necesidades. Este sistema debe incluir, tanto el modelo como el procedimiento de solución, análisis de sensibilidad y los procedimientos operativos para su probable implantación.

- **Paso 7: Implantar y evaluar las recomendaciones**

Si para el proyecto se acepta el estudio con la propuesta de solución, se procede a la implantación que incluye el sistema de cómputo y la vigilancia constante para las actualizaciones por cambios en el sistema.

Al implementar modelos de investigación de operaciones en la toma de decisiones para aumentar la probabilidad de éxito en las acciones tomadas durante la ejecución de los mismos, se alcanzan múltiples beneficios; sin embargo, uno de los más esperados por la dirección es el impacto positivo, económico y financiero, que se da en los mismos. Muchas compañías a través del tiempo, han utilizado algunas de las herramientas aquí mencionadas, para poder disminuir los costos o aumentar la utilidad en sus proyectos, basando los mismos y las decisiones en estos en los modelos de investigación de operaciones.

*Tabla 1.*

*Casos de Éxito al aplicar la IO en la toma de decisiones de proyectos*

<b>ORGANIZACION</b>	<b>APLICACION</b>	<b>AÑO</b>	<b>AHORROS ANUALES</b>
The Netherlands Rijkswaterstaat	Desarrollo de la política Nacional de administración del agua, incluyendo mezcla de nuevas instalaciones, procedimientos de operaciones y costeo	1985	US\$15 Millones
Monsanto Corp.	Optimización de las operaciones de producción para cumplir con un costo mínimo	1985	US\$2 Millones
Weyerhaeuser Co.	Optimización del corte de árboles en productos de madera para maximizar su producción	1986	US\$15 Millones
Electrobras/CEPAL Brasil	Asignación optima de recursos hidráulicos y términos en el sistema Nacional de generación de energía	1986	US\$43 Millones
United Airlines	Programación de turnos de trabajo en oficinas de reservaciones y aeropuertos a un costo mínimo	1986	US\$6 Millones
Citgo Petroleum Corp.	Optimización de las operaciones de refinación y de la oferta, distribución y comercialización de productos	1987	US\$70 Millones



Electric Power Research Institute	Administración de inventario de petróleo y carbón para el servicio eléctrico con el fin de equilibrar los costos de inventario y los riesgos de faltantes	1989	US\$59 Millones
San Francisco Police Department	Optimización de la programación y asignación de oficiales de patrulla con un sistema computarizado	1989	US\$11 Millones
IBM	Integración de una red Nacional de inventario de refacciones para mejorar el apoyo al servicio	1990	US\$20 Millones
China	Selección y programación optima de proyectos masivos para cumplir con las necesidades futuras de energía del país	1995	US\$ 425 Millones
Cuerpo de Defensa de Sudáfrica	Rediseño optimo del tamaño y forma del cuerpo de defensa y sus sistema de armas	1997	US\$1.100 Millones

En la Tabla 1, se puede evidenciar como muchas compañías han obtenido beneficios económicos, algunos bastantes altos, al aplicar los modelos de investigación de operaciones para lograr una toma de decisiones con resultados óptimos. Es de analizar que muchos de estos resultados, vienen producto de la optimización de procesos, los cuales aunque existían no entregaban el resultado esperado por la dirección del proyecto, lo cual implicaba una oportunidad de mejora dentro del mismo, para lograr ahorros y por consiguiente aumentar los beneficios de los mismos.

## **Conclusiones**

Analizando concretamente el impacto de la toma de decisiones basadas en los modelos analíticos que se encuentran en la investigación de operaciones, se tiene que estos modelos son usados por los directores de proyecto como elementos vitales en las tomas de decisiones.

Específicamente se utilizan aquellos modelos que permiten calcular los tiempos óptimos en las diferentes actividades relacionadas con la ejecución del proyecto, los cuales se denominan PERT/CPM (Program Evaluation Review Technique, Critical Path Method); con estos diagramas se buscan identificar el camino crítico de actuación, estableciendo una relación directa entre los factores de tiempo y costos, indicando de esta manera el llamado óptimo de un proyecto.

Para alcanzar tal óptimo económico, se deben cumplir una secuencia de operaciones en la ejecución de todas las actividades del proyecto, permitiendo de esta manera el máximo aprovechamiento posible de los recursos disponibles en un plazo óptimo.

Al investigar y analizar los modelos de investigación de operaciones aplicados a la toma de decisiones, se evidencia también que en algunos de los proyectos investigados, utilizan técnicas refinadas para determinar tiempos ociosos y actividades redundantes, dentro de la ejecución de las labores, conocido este como modelo de simulación; este permite recrear situaciones futuras, teniendo como base hechos actuales, e identificando la forma como se pueden ver afectados los tiempos de ejecución de la efectividad de los empleados, frente a las eventualidades generadas

por un posible proceso de toma de decisiones. Cabe resaltar que las técnicas de simulación son las mejores alternativas de observación para un sistema; esta permite recopilar información pertinente acerca del comportamiento del sistema con paso del tiempo. Como la simulación es un experimento estadístico, en consecuencia los resultados de esta deben ser interpretados con las pruebas estadísticas adecuadas; usando la simulación para estimar las mediciones del desempeño de un sistema moderado.

También se analiza que con frecuencia, se recurre al modelo de programación lineal para calcular los alcances productivos óptimos que deben ser adoptados, dependiendo de la disponibilidad de recursos y del comportamiento del mercado. Con la programación lineal se logran establecer modelos que permiten determinar maximizaciones de las utilidades o minimizaciones de costos, mediante la identificación de una función objetivo que interpreta el propósito de la empresa, teniendo en cuenta la cantidad de recursos disponibles, generalmente limitados, o considerando los requerimientos mínimos de insumos.

No es menos importante para que los modelos logren su máximo de eficiencia, capacitar a los interesados, exponiendo de manera clara, las razones por las cuales deben ser adoptados los modelos de optimización. De lo contrario, los interesados generan una percepción negativa hacia las decisiones tomadas bajo estos modelos, pues consideran que la implementación siguiendo los resultados de estos modelos, basados en cifras, desconoce la esencia del comportamiento humano.

Se tiene la certeza, que en los proyectos en donde los interesados conocen la intencionalidad de las decisiones basadas en modelos de investigación de operaciones, las aceptan de una manera concertada y minimiza el riesgo de generación de conflictos.

Uno de los factores identificados en múltiples investigaciones, que influye en forma definitiva en la armonía de las relaciones laborales y en la certeza de las decisiones, cuando los modelos cuantitativos son implementados, es la formación académica de los empleados, pues aquellos que poseen un bajo nivel de escolaridad, no comprenden la razón por la cual es necesario optimizar los recursos con procedimientos de esta índole; otro factor a tener en cuenta, es el tiempo de permanencia de la persona, especialmente en las actividades operativas, ya que en muchos casos, los empleados no confían en los nuevos procedimientos establecidos, pues basan toda su actividad en la experiencia acumulada a través de los años, no logrando de esta manera dimensionar la pertinencia de los procedimientos sugeridos por los modelos de investigación de operaciones.

Alcanzar el éxito de un proyecto depende en gran medida de la manera como sus interesados perciben las relaciones laborales, ya que éstas condicionan el clima organizacional, el cual se define como la percepción que tienen los miembros de una organización de las diferentes interacciones que tienen lugar en un contexto laboral específico. Así, la consideración de si el clima organizacional es positivo o negativo depende de las percepciones que realicen los interesados del proyecto, quienes suelen valorar como adecuado, cálido o positivo a éste, cuando permite y ofrece posibilidades para el desarrollo del desempeño laboral y de esta forma aporta

estabilidad e integración entre sus actividades en la organización y sus necesidades personales. Sin embargo, el clima organizacional también puede ser percibido como negativo por parte de los interesados cuando ellos observan un desequilibrio entre sus necesidades, la estructura y los procedimientos de la misma.

Para entender las relaciones interpersonales entre los interesados del proyecto, es importante hacer claridad en lo que es un grupo y un equipo. Un grupo es un número de personas que interactúan entre sí, se identifican sociológicamente, y se sienten miembros del mismo. Por otra parte Jennings y Wathan (1996) afirman:

Los grupos pueden ser formales e informales: los primeros son aquellos que existen en la empresa en virtud del mandato de la gerencia para realizar tareas que contribuyan al logro de los objetivos organizacionales y los segundos son grupos de individuos cuyas experiencias laborales comunes desarrollan un sistema de relaciones interpersonales que van más allá de aquellos establecidos por la gerencia. (p.115)

Por lo que las decisiones tomadas aplicando los modelos de investigación de operaciones, son decisiones que tienen un alto nivel de optimización, es una realidad que en los proyectos abajo tabulados, asuman las cifras obtenidas bajo estos parámetros, como referentes de medición de desempeño de los interesados.

En aplicaciones analizadas, se han encontrado distintas razones que justifican la toma de decisiones basada en los modelos de investigación de operaciones, entre las cuales se destacan las siguientes:

- Las decisiones tomadas bajo parámetros de modelos de investigación de operaciones, logran minimizar el riesgo de no alcanzar los objetivos propuestos, toda vez que se ejecutan bajo estructuras reales, las cuales, son proyectadas bajo la mínima probabilidad de error. La investigación de operaciones es considerada como la aplicación de los métodos, técnicas e instrumentos científicos a los problemas que involucran las operaciones de un sistema, de modo que proporcione, a quienes lo controlan, soluciones óptimas para el problema tratado.
- Los proyectos considerados, al operar bajo una estructura de toma de decisiones que se basa en modelos de optimización de recursos, asegura su correcta y eficaz ejecución, lo que brinda tranquilidad a los interesados.
- La toma de decisiones, utilizando como herramientas los modelos de investigación de operaciones, ofrece claridad a todos los interesados, quienes reciben directrices específicas de acción. La investigación de operaciones puede ser aplicada tanto a problemas tácticos como estratégicos del proyecto. Los problemas tácticos están relacionados con las actividades diarias, mientras que los problemas estratégicos están enfocados a una orientación y una planeación más global, la cual se apoya indirectamente de las operaciones diarias.

- Tomando decisiones acertadas, bajo parámetros de optimización, los proyectos pueden establecer normatividades que propendan por una gestión exitosa. En la medida en que las normas sean claras, las funciones estén bien definidas, y los interesados las conozcan plenamente e interioricen, se generara una dinámica de éxito.
- La toma de decisiones con objetivos precisos, ampliamente conocido por todos los interesados y con parámetros claramente definidos, permite delimitar el campo de acción y las responsabilidades de cada individuo, logrando así, aumentar el sentido de pertenencia y el compromiso.
- Según se observó a lo largo de la monografía, se muestra que efectivamente, cuando se toman decisiones con base en modelos de investigación de operaciones, las relaciones laborales se afectan positiva o negativamente, dependiendo de la forma como se enfrente el proceso de toma de decisiones. Esto, porque las relaciones laborales, son excepcionalmente sensibles a decisiones basadas en parámetros cuantitativos, pues existe una natural predisposición de los individuos a defender su integridad como seres humanos, libres y pensantes.
- La habilidad de emplear técnicas o métodos de investigación de operaciones, generan herramientas que ayudan a los directores de proyecto a tomar decisiones efectivas, pero es importante tener en cuenta que las habilidades cuantitativas no deben, ni pueden reemplazar el buen juicio, la finalidad y el sujeto, en el proceso de toma de decisiones; estas herramientas deben ser siempre vistas como ayudas o apoyos para minimizar el riesgo y la incertidumbre en la toma de decisiones.

En la mayoría de los casos, cuando se emplean métodos cuantitativos para la toma de decisiones, el énfasis es puesto en los medios, o en la mejor manera de alcanzar el objetivo propuesto; con base en esto, se diseñan las estrategias pertinentes y eficientes, pero debido a que la mayoría de decisiones tiene algún tipo de efecto sobre los interesados, el director de proyecto no puede ignorar la influencia de las relaciones humanas en una decisiones, en especial, cuando se ha seleccionado una técnica. La representación cuantitativa de un problema dado, puede tomar diferentes formas y puede convertirse en una ayuda invaluable para identificar los parámetros de decisión.

Un director de proyectos, debe tener el buen juicio para saber qué tanta información debe recoger, la inteligencia para dirigir la información y el valor para tomar la decisión que amerite, cuando esta conlleva un riesgo implícito. La cualidad personal del valor para aceptar la responsabilidad de una decisión separa a las personas comunes de quienes toman decisiones excelentes.

En la práctica entre los beneficios de la toma de decisiones basada en modelos de Investigación de Operaciones para los proyectos, podemos encontrar:

- a) Incrementar la posibilidad de tomar mejores decisiones durante el desarrollo de los proyectos; con el uso de la investigación de operaciones y la tecnología, se tiene en cuenta en el sistema, miles de componentes y cientos de interrelaciones; sin esta ayuda la toma de decisiones es demasiado arriesgada.



- b) Mejorar la coordinación entre los múltiples componentes del proyecto. En otras palabras, la investigación de operaciones genera un mayor nivel de orden.
- c) Mejora el control del sistema, al instituir procedimientos sistemáticos que supervisan por un lado las operaciones que se llevan a cabo en el proyecto y por otro lado, evita el regreso a un sistema peor.
- d) Logra un mejor sistema, al hacer que este opere con costos más bajos, con interacciones más fluidas, eliminando cuellos de botella y logrando una mejor coordinación entre los elementos más importantes del sistema.

Como se evidencia en la Tabla 1, existen casos de éxito de grandes compañías, las cuales aplicaron de manera concreta los modelos de investigación de operaciones, en su toma de decisión, permitiendo de esta manera generar ahorros y/o beneficios, lo cual es a la final la meta trazada al aplicar este tipo de recursos en las organizaciones y/o proyectos.

Es de resaltar, que la aplicabilidad de la investigación de operaciones y sus modelos, es de un amplio espectro y permite que esto se pueda realizar en organizaciones, proyectos y/u operaciones, independientemente del tamaño y de la complejidad de los mismos. Cada aplicación, tiene un enfoque único, determinado y diseñado exclusivamente para lograr el desempeño acorde a las metas y objetivos de cada organización o proyecto.

Se debe tener en cuenta que los proyectos sobre los cuales se está enfocando esta monografía, son proyectos de ingeniería el sector privado, sin embargo, la aplicabilidad de estos puede hacerse extensa a proyectos de carácter público, y en otras ramas de las ciencias, inclusive puede

analizarse para proyectos de carácter social, los cuales también manejan recursos, por lo tanto se debe garantizar el aprovechamiento de los mismos de la mejor manera, garantizando siempre que la toma de decisión en estos, sea clara y con bases sólidas.

En definitiva, la toma de decisiones basada en los modelos de investigación de operaciones tiene un efecto positivo en la dirección el proyecto, ya que asegura la congruencia entre los objetivos del proyecto y los métodos para llegar a estos, salvaguardando siempre la integridad del mismo, desde todas sus perspectivas.

## **Opinión Personal**

En mi análisis como Ingeniero Industrial y Especialista en Gestión de Proyectos, he llegado a las siguientes conclusiones en cuanto a la toma de decisiones basada en modelos de investigación de operaciones:

- Por la responsabilidad del rol que conlleva el ser Director de Proyecto, este debe garantizar que las decisiones que tome durante la ejecución del proyecto, tengan fundamentos sólidos y debatibles en cualquier momento con mecanismos de fácil análisis; estas decisiones desde ninguna perspectiva deben ser tomadas por apreciaciones personales y/o experiencias vividas, ya que cada proyecto cumple y tiene condiciones diferenciadoras de otros, por más similares que estos aparenten ser.
- El liderazgo que logre ejercer en su grupo o equipo de trabajo el director de proyecto, es un factor clave para lograr el alineamiento en la correcta ejecución de las actividades planeadas, según la modelación realizada, ya que el líder es el resultado de las necesidades de un grupo. Según Chiavenato (2004), el liderazgo: “Es la influencia interpersonal ejercida en determinada situación, para la consecución de uno o más objetivos específicos mediante el proceso de comunicación humana” (p. 314). Por esto es importante que el director de proyecto, logre aplicar todo el liderazgo necesario y así complementar con los interesados del proyecto, la fase interpersonal y relacional, la cual es importante para alcanzar las metas. Es importante resaltar, que si es aplicado el método

de dominación, “definida esta como la probabilidad de encontrar obediencia dentro de un grupo determinado para todo tipo de órdenes” (Weber, 1997, p.64); y no el liderazgo, el resultado y el impacto podría no llegar a ser el óptimo modelado.

- Los modelos de análisis que nos brinda la investigación de operaciones, para alcanzar una correcta toma de decisión, tienen su éxito basado en los modelos matemáticos y lógicos que los constituyen, por lo cual son de vital importancia la aplicación de estos durante la ejecución del proyecto y su correspondiente análisis para toma de decisiones.
- La aplicabilidad de los modelos de investigación de operaciones para la toma de decisiones tienen un espectro amplio, sin embargo, se debe conocer y reconocer que modelo aplicar en determinada situación, ya que de esto depende el éxito o fracaso de la modelación del problema.
- Dentro de las ventajas al aplicar los modelos de investigación de operaciones en la toma de decisiones en los proyectos de ingeniería, es que con estos modelos, se aparta el tema subjetivo, el cual depende de la perspectiva de cada persona y su razonamiento, y se garantiza de esta manera que la decisión sea tomada con las bases adecuadas de conocimiento, análisis y en determinados modelos, después de ser simuladas; lo cual genera un factor de confianza y de seguridad alto, al momento de la toma de decisión.
- Al analizar la Tabla 1, antes mencionada, notamos que las ventajas económicas por la aplicación de modelos de investigación de operaciones en la toma de decisiones son altas; en algunos resultados, se evidencian ahorros, en otros, aumentos de utilidades/ganancias.

En conclusión, entre las tantas ventajas, se encuentra el rendimiento económico positivo producto de ejecutar este tipo de modelos.

Por último, cabe resaltar que la toma de decisiones basada en métodos científicos y matemáticos, es el procedimiento que recomiendo al momento de desempeñar el rol de director de proyecto, ya que estos nos brindan la oportunidad de modelar y simular las condiciones con sus respectivas posibilidades y consecuencias. Estos modelos, son métodos conocidos de abstracción para visualizar las decisiones en determinados momentos y sus probables consecuencias.

## Referencias

- Aktouf, O. (1998). *La administración: Entre tradición y renovación*. Colombia: Editorial Artes Gráficas Univalle
- Bonilla E. y Rodríguez P. (2000) *La investigación en las ciencias sociales. Más allá del dilema de los métodos*. Colombia: Grupo Editorial Norma.
- Bourdieu, P. (1997). *Razones prácticas: sobre la teoría de la acción*. España: Editorial Anagrama.
- Chiavenato, I. (1999). *Introducción a la Teoría General de la Administración. 5ta Edición*. México, D.F.: Editorial McGraw-Hill
- Chiavenato (2004). *Administración Teoría Proceso y Práctica. 3era Edición*. Colombia: Editorial McGraw-Hill.
- Davis D. (2000). *Investigación en administración, para la toma de decisiones. 5ª ed*. México: Thomson Editores.
- Davis R. y Mckeown P. (1986). *Modelos cuantitativos para administración*. México: Grupo Editorial Iberoamericano.
- Drucker, P. (1992) *Concept of the corporation*. London: Transaction Publishers.
- Galindo M. (2010) *Fundamentos de Administración*. México: Editoral Trillas

- Hammond, J., Keeney R., y Raiffa H. (1999). *Decisiones Inteligentes*. Bogotá, Colombia: Editorial Norma.
- Charyk C. (1 de Noviembre de 2017). La toma de decisiones. *Harvard Business Review*, p.23-48
- Hernandez R., Fernandez C. y Baptista P. (2003). *Metodología de la investigación*. México: Editorial McGraw Hill.
- Jennings D. y Wattam S. (1996). *Toma de decisiones un enfoque integrado*. México: Compañía editorial continental S. A.
- Koontz H. (1995). *Administración*. México: Editorial McGraw-Hill.
- Moskowitz H. (1982). *Investigación de operaciones*. Buenos Aires: Editorial Prentice Hall Internacional.
- Parra D. (1999). *Los modelos de decisión y la práctica del empresario frente a la toma de decisiones: Esquema teórico y estudio en la empresa Colombiana*. (Tesis de pregrado). Universidad Eafit, Medellín, Colombia.
- Reyes P. (2007). *Administración de Empresa. Teoría y Práctica*. México: Editorial Limusa,
- Robbins, Stephen P. y Coulter M. (2005). *Administración, 8va Edición*. México: Editorial Pearson Educación.
- Russell A. and Annoff L. (1957). *Introduction to operations research*. New York, USA: John Wiley y Sons Inc.

- Sabino C. (2002). *Proceso de Investigación*. Caracas: Editorial Panapo,
- Schroeder R. (1988). *Administración de operaciones. Toma de decisiones en la función de operaciones*. México: McGraw Hill.
- Simon. H. (1997). *El comportamiento administrativo; estudio de los procesos de adopción de decisiones*. México: Editorial Aguilar.
- Taha A. (2003). *Investigación de operaciones. 7ª ed.* México: Editorial Pearson.
- Tamayo y Tamayo M. (2001). *El Proceso de Investigación. 4ta Edición*. México: Editorial Limusa,
- Taylor W. (1997). *Principios de la administración científica*. México: Editorial Herrera Hermanos.
- Taylor S.J. y Bogdan R. (2000). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Buenos Aires: Ediciones Paidós Ibérica S.A.
- Vélez I. (1996). *Decisiones Empresariales bajo riesgo e incertidumbre*. Bogotá: Editorial Norma
- Weber M. (1997). *Economía y sociedad*. México: Fondo de Cultura económica.
- Wehrich H. (1994). *Administración una perspectiva global*. México: Editorial Mc Graw Hill.