

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL HAEDO

Introducción a la Investigación Operativa.

Apunte 1 Rev 0

Romina Miccige – Matias Patterlini

¿Que se entiende por Investigación Operativa? Quizás la mejor manera de introducir el concepto de Investigación Operativa sea dando un ejemplo del tipo de problemas de los que se ocupa.

Supongamos que tenemos que instalar un nuevo sistema informático a lo largo de las cinco próximas semanas en una empresa de Rio de Janeiro. Nuestro jefe ha decidido que volemos los lunes a Rio de Janeiro y que regresemos los miércoles. Un billete de ida y vuelta normal vale 400 USD, pero podemos conseguir un descuento del 20 % si las fechas del billete incluyen un fin de semana. El billete sencillo vale 300 USD. Debido a la disponibilidad de billetes solamente podemos optar por una de las tres opciones siguientes:

1. Comprar cinco billetes normales Buenos Aires-Rio de Janeiro-Buenos Aires (2000 USD).
2. Comprar un billete sencillo Buenos Aires-Rio de Janeiro, cuatro Rio de Janeiro-Buenos Aires-Rio de Janeiro, incluyendo los fines de semana y uno Rio de Janeiro-Buenos Aires (1880 USD).
3. Comprar un billete Buenos Aires-Rio de Janeiro-Buenos Aires que incluye el lunes de la primera semana y el miércoles de la última y cuatro Rio de Janeiro-Buenos Aires-Rio de Janeiro que abarquen los fines de semana para cubrir el resto de períodos (1600 USD).

Tenemos por tanto que tomar una decisión basándonos en algún criterio objetivo, como, por ejemplo, elegir la alternativa más económica, lo cual nos llevaría a optar por la tercera de las combinaciones. Este ejemplo proporciona las componentes principales de un modelo de investigación operativa: las alternativas, las restricciones y un criterio objetivo para elegir la mejor opción. Generalmente las alternativas del problema adoptan la forma de variables desconocidas. Después estas variables se utilizan para construir en forma de funciones matemáticas tanto las restricciones como la función objetivo. El resultado final es un modelo matemático que relaciona las variables, las restricciones y la función objetivo. La solución del modelo consiste en dar el valor de las variables de la decisión que optimizan (maximizan o minimizan) el valor de la función objetivo a la vez que satisfacen el conjunto de restricciones. La solución resultante se suele denominar solución óptima.

Resumiendo, un modelo matemático de Investigación Operativa se puede representar de la siguiente manera: Maximizar o Minimizar Función Objetivo Sujeto a: Restricciones aunque, debido a la gran variedad de problemas de los que se ocupa, resulta difícil dar una definición única de Investigación Operativa, podemos decir que: “Es una disciplina caracterizada por enfocar, desde el punto de vista científico, problemas, de naturaleza muy distinta, en los que es necesario planificar la toma de decisiones”, o, como la define la Sociedad de Investigación Operativa inglesa: “La Investigación Operativa es la aplicación, por grupos interdisciplinarios, del método científico a los problemas complejos que surgen en la dirección y gestión de grandes sistemas de hombres, máquinas, materiales y dinero, en cualquier campo, industria, economía, defensa, comercio, administración, etc. La principal característica de este enfoque consiste en construir un modelo científico -matemático del sistema, con el cuál se pueden predecir, y comparar, los resultados de diversas estrategias y decisiones, incorporando medidas de azar y riesgo. El objetivo es ayudar a los Gerentes / Directores a determinar científicamente sus políticas de actuación

Un poco de Historia:

Desde el advenimiento de la Revolución industrial, el mundo ha sido testigo de un crecimiento importante del tamaño y la complejidad de las organizaciones. Los pequeños talleres artesanales de

Apunte 1: Investigación Operativa: Introducción

épocas anteriores se convirtieron en las corporaciones actuales de miles de millones de dólares. Una parte esencial de este cambio revolucionario fue el gran aumento de la división del trabajo y de la separación de las responsabilidades administrativas en estas organizaciones. Los resultados han sido espectaculares. Sin embargo, junto con los beneficios, el aumento del grado de especialización trajo consigo problemas nuevos que aún existen en numerosas organizaciones. Uno de éstos es la tendencia de algunos componentes de una organización a convertirse en imperios con autonomía relativa, con sus propias metas y sistemas de valores; de esta manera pierden de vista la forma en que sus actividades y objetivos se acoplan a los de toda la organización. Con frecuencia, lo que es mejor para un componente va en detrimento de otro, de forma que sus acciones pueden caminar hacia objetivos opuestos. Un problema relacionado es que, en la medida que aumentan la complejidad y la especialización, es más difícil asignar los recursos disponibles a las diferentes actividades de la manera más eficaz para la organización como un todo. Este tipo de problemas y la necesidad de encontrar la mejor forma de resolverlos crearon el ambiente propicio para el surgimiento de la investigación Operativa, a la que también se hace referencia como IO.

Las raíces de la IO pueden encontrarse muchas décadas atrás, cuando se hicieron los primeros intentos por emplear el método científico para administrar una empresa. Sin embargo, el inicio de la actividad llamada investigación de operaciones es atribuible a ciertos servicios militares que se prestaron al inicio de la Segunda Guerra Mundial. Debido a los esfuerzos bélicos, existía la urgente necesidad de asignar recursos escasos a las distintas maniobras militares y a las actividades que componían cada operación de la manera más eficaz. Por ello, las administraciones militares estadounidense y británica llamaron a un gran número de científicos para que aplicaran el método científico a éste y a otros problemas estratégicos y tácticos. En realidad, les solicitaron que hicieran investigación sobre operaciones (militares). Estos grupos de científicos fueron los primeros equipos de IO. Debido al desarrollo de métodos eficaces para utilizar la nueva herramienta que representaba el radar, los científicos contribuyeron al triunfo en la guerra aérea que libró Gran Bretaña. Sus investigaciones para mejorar el manejo de las operaciones antisubmarinas y de protección también tuvieron un papel importante en la victoria de la campaña del Atlántico Norte. Esfuerzos similares fueron de gran ayuda en la campaña del Pacífico.

Al terminar la guerra, el éxito de la IO en las actividades bélicas generó gran interés debido a las posibilidades de aplicarla en un ámbito distinto al militar. Una vez que la explosión industrial posterior a la guerra siguió su curso, los problemas provocados por el aumento de la complejidad y la especialización de las organizaciones pasaron de nuevo al primer plano. Entonces comenzó a ser evidente para un gran número de personas, entre ellas los consultores industriales que habían trabajado con o para los equipos de IO durante la guerra, que estos problemas eran en esencia los mismos que los que debían enfrentar los militares pero en un contexto diferente. Al inicio de la década de los años cincuenta, estos visionarios introdujeron el uso de la investigación de operaciones en una serie de organizaciones industriales, de negocios y del gobierno. Desde entonces, se ha desarrollado con rapidez.

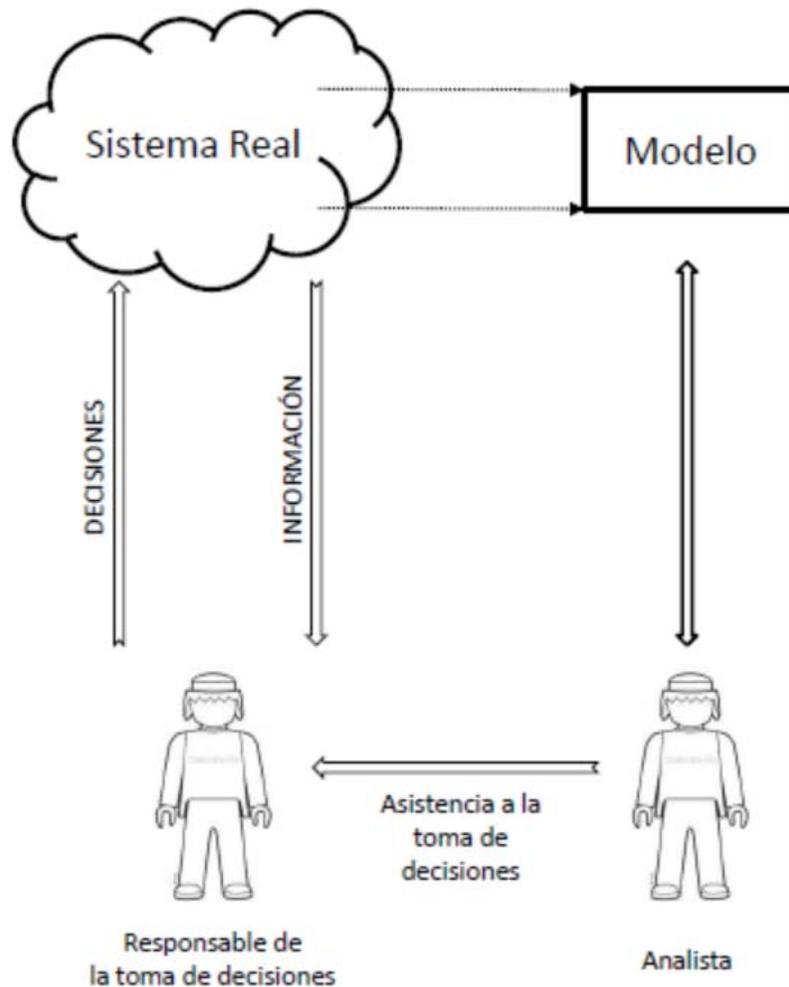
Es posible identificar por lo menos otros dos factores que tuvieron gran importancia en el desarrollo de la IO durante este periodo. Uno es el progreso sustancial que se logró en el mejoramiento de las técnicas disponibles. Después de la guerra, muchos de los científicos que habían participado en equipos de IO o que tenían información sobre este trabajo, estaban motivados para realizar investigación relevante en el campo, de lo cual resultaron avances importantes; un ejemplo sobresaliente es el método simplex para resolver problemas de programación lineal, desarrollado en 1947 por George Dantzig. Muchas de las herramientas características de la IO, como programación

lineal, programación dinámica, teoría de colas y teoría de inventarios habían sido desarrolladas casi por completo antes del término de la década de los años cincuenta.

Un segundo factor que dio gran impulso al desarrollo de este campo fue la revolución de las computadoras. El manejo eficaz de los complejos problemas inherentes a la IO casi siempre requiere un gran número de cálculos. Realizarlos de forma manual puede resultar casi imposible, por lo cual el desarrollo de la computadora electrónica digital, con su capacidad para hacer cálculos aritméticos, miles o tal vez millones de veces más rápido que los seres humanos, fue una gran ayuda para esta disciplina. Otro avance tuvo lugar en la década de los años ochenta, con el desarrollo de computadoras personales cada vez más rápidas y de buenos paquetes de software para resolver problemas de IO. De esta forma, las técnicas más complejas estuvieron al alcance de un gran número de personas, y este progreso se aceleró aún más en la década de 1990 y al inicio del siglo. Hoy en día, millones de individuos tienen acceso a estos paquetes y en forma cotidiana se utiliza toda una gama de computadoras, desde las grandes hasta las portátiles, para resolver problemas de investigación de operaciones, algunos de ellos muy complejos.

Como su nombre lo indica, el objetivo de esta disciplina implica “investigar sobre las operaciones”. En consecuencia, esta disciplina se aplica a la problemática relacionada con la conducción y la coordinación de actividades en una organización. En esencia, la naturaleza de la organización es irrelevante, por lo cual la IO ha sido aplicada de manera extensa en áreas tan diversas como manufactura, transporte, construcción, telecomunicaciones, planeación financiera, cuidado de la salud, fuerzas armadas y servicios públicos, por nombrar sólo unas cuantas. Así, la gama de aplicaciones es inusualmente amplia.

La IO incluye el término investigación en el nombre porque utiliza un enfoque similar al que se aplica en las áreas científicas establecidas. El método científico se utiliza para explorar los diversos problemas que deben ser enfrentados, pero en ocasiones se usa el término management science o ciencia de la administración como sinónimo de investigación de operaciones. El proceso comienza por la observación cuidadosa y la formulación del problema, lo cual incluye la recolección de los datos pertinentes. El siguiente paso es la construcción de un modelo científico —generalmente matemático— con el cual se intenta abstraer la esencia del problema real. En esta etapa se propone la hipótesis de que el modelo será una representación tan precisa de las características esenciales de la situación, que permitirá que las conclusiones —soluciones— que se obtengan sean válidas también para el problema real. Después se llevan a cabo los experimentos adecuados para probar esta hipótesis, para modificarla si es necesario y para verificarla en determinado momento, paso que se conoce como validación del modelo. En cierto sentido, la IO involucra la investigación científica creativa de las propiedades fundamentales de las operaciones. Sin embargo, es más que esto. La IO se ocupa también de la administración práctica de la organización. Por lo tanto, para tener éxito, también debe proporcionar conclusiones claras que el tomador de decisiones pueda usar cuando sea necesario.



Otra característica de la investigación Operativa es su amplio punto de vista. Como quedó implícito en la sección anterior, la IO adopta una visión organizacional. Desde esta perspectiva intenta resolver los conflictos de intereses entre los componentes de la organización de forma que el resultado sea el mejor para ésta en su conjunto. Ello no significa que el estudio de cada problema deba considerar en forma explícita todos los aspectos de la organización, sino que los objetivos que se persiguen deben ser congruentes con los objetivos globales.

Una característica adicional de la investigación Operativa es que intenta encontrar una mejor solución —llamada **solución óptima**— para el problema en cuestión. (Se dice una mejor solución y no la mejor solución porque es posible que existan muchas soluciones que puedan considerarse como las mejores.) En lugar de conformarse con mejorar el estado de las cosas, la meta es identificar el mejor curso de acción posible. Aun cuando debe interpretarse con todo cuidado en términos de las necesidades reales de la administración, esta “búsqueda del mejor camino” es un aspecto importante de la IO.

Apunte 1: Investigación Operativa: Introducción

Estas características conducen de manera casi natural a otra. Es evidente que no puede esperarse que un solo individuo sea experto en los múltiples aspectos del trabajo de investigación de operaciones o de los problemas que se estudian, sino que se requiere un grupo de individuos con diversos antecedentes y aptitudes. Cuando se decide emprender un estudio de IO completo de un problema nuevo, es necesario emplear el enfoque de equipo. Este grupo de expertos debe incluir individuos con antecedentes sólidos en matemáticas, estadística y teoría de probabilidades, al igual que en economía, administración de empresas, ciencias de la computación, ingeniería, ciencias físicas, ciencias del comportamiento y, por supuesto, en las técnicas especiales de IO. El equipo también necesita experiencia y aptitudes necesarias para considerar de manera adecuada todas las ramificaciones del problema dentro de la organización.

La investigación de operaciones ha tenido un efecto impresionante en el mejoramiento de la eficiencia de numerosas organizaciones de todo el mundo. En el proceso, la IO ha contribuido de manera significativa al incremento de la productividad de la economía de varios países.

Para dar una mejor idea de la amplia aplicabilidad de la IO, en la tabla 1.1 se enumeran algunas aplicaciones reales. Observe la diversidad de organizaciones y aplicaciones incluidas en las primeras dos columnas. En la tercera columna se identifica la sección donde un “recuadro de aplicación” contiene varios párrafos en los que se describe la aplicación y también hace referencia a un artículo que proporciona detalles completos. (En esta sección se puede ver el primero de estos recuadros de aplicación.) La última columna indica que estas aplicaciones significaron ahorros anuales de muchos millones de dólares. Aún más, algunos beneficios adicionales no registrados en la tabla como un mejor servicio al cliente y mayor control administrativo fueron considerados más importantes, en ciertos casos, que los beneficios financieros.

■ TABLA 1.1 Aplicaciones de la Investigación de operaciones que se describirán en los recuadros de aplicación

Organización	Área de aplicación	Sección	Ahorros anuales
Federal Express	Planeación logística de envíos	1.3	No estimados
Continental Airlines	Reasignación de tripulaciones a vuelos cuando ocurren interrupciones en el itinerario	2.2	\$40 millones
Swift & Company	Mejora del desempeño en ventas y manufactura	3.1	\$12 millones
Memorial Sloan-Kettering Cancer Center	Diseño de terapia de radiación	3.4	\$459 millones
United Airlines	Plan para los programas de trabajo de los empleados en aeropuertos y oficinas de reservación	3.4	\$6 millones
Welch's	Optimización del uso y movimiento de materias primas	3.6	\$150 000
Samsung Electronics	Reducción de tiempos de manufactura y niveles de inventario	4.3	Ganancias adicionales de \$200 millones
Pacific Lumber Company	Gestión de ecosistemas forestales a largo plazo	6.7	\$398 millones VPN
Procter & Gamble	Rediseño del sistema de producción y distribución	8.1	\$200 millones
Canadian Pacific Railway	Plan de rutas para un tren de carga	9.3	\$100 millones
United Airlines	Reasignación de aviones a vuelos cuando ocurren interrupciones	9.6	No estimados
Ejército de Estados Unidos	Planeación logística de la Operación Tormenta del Desierto	10.3	No estimados
Air New Zealand	Programación de tripulaciones en una aerolínea	11.2	\$6.7 millones
Taco Bell	Planeación de los programas de trabajo de los empleados de restaurantes	11.5	\$13 millones
Gestión de desperdicios	Desarrollo de un sistema de administración de rutas para la recolección y disposición de basura	11.7	\$100 millones
Bank Hapoalim Group	Desarrollo de un sistema de apoyo a las decisiones de asesores en inversiones	12.1	Ganancias adicionales de \$31 millones
Sears	Rutas y programación de vehículos para servicio y entregas a domicilio	13.2	\$42 millones
Conoco-Phillips	Evaluación de proyectos de exploración petrolera	15.2	No estimados
Oficina de compensaciones a los trabajadores	Gestión de solicitudes de incapacidad y rehabilitación de alto riesgo	15.3	\$4 millones
Westinghouse	Evaluación de proyectos de investigación y desarrollo	15.4	No estimados
Merrill Lynch	Administración del riesgo de liquidez de líneas de crédito revolventes	16.2	Liquidez adicional de \$4 mil millones
PSA Peugeot Citroën	Guía para el proceso de diseño de plantas de ensamble de automóviles eficientes	16.8	Utilidades adicionales de \$130 millones
KeyCorp	Mejora de la eficiencia de los cajeros de banco	17.6	\$20 millones
General Motors	Mejora de la eficiencia de líneas de producción	17.9	\$90 millones
Deere & Company	Administración de inventarios a lo largo de una cadena de suministro	18.5	Reducción de \$1 000 millones en inventario
Time Inc.	Administración de canales de distribución de revistas	18.7	Utilidades adicionales de \$3.5 millones
Bank One Corporation	Administración de líneas de crédito y tasas de interés de tarjetas de crédito	19.2	Utilidades adicionales de \$75 millones
Merrill Lynch	Análisis de precios de provisión de servicios financieros	20.2	Ganancias adicionales de \$50 millones
AT&T	Diseño y operación de centros de atención telefónica	20.5	Utilidades adicionales de \$750 millones

Aunque la mayoría de los estudios rutinarios de IO proporciona beneficios mucho más modestos que estas aplicaciones reconocidas, las cifras que aparecen en la columna de la derecha de la tabla 1.1 reflejan el gran efecto que pueden tener los estudios grandes y bien diseñados de esta disciplina.

Bienvenidos a la Investigación Operativa El desafío grupal que tenemos por delante es sortear el paso de la teoría para aplicar en la realidad actual empresarial Argentina los conocimientos de la Investigación Operativa, profesionalizando nuestra función y decisiones. El desafío personal de cada uno de ustedes desarrollar criterio y compromiso para tomar las mejores decisiones.

Apunte 1: Investigación Operativa: Introducción

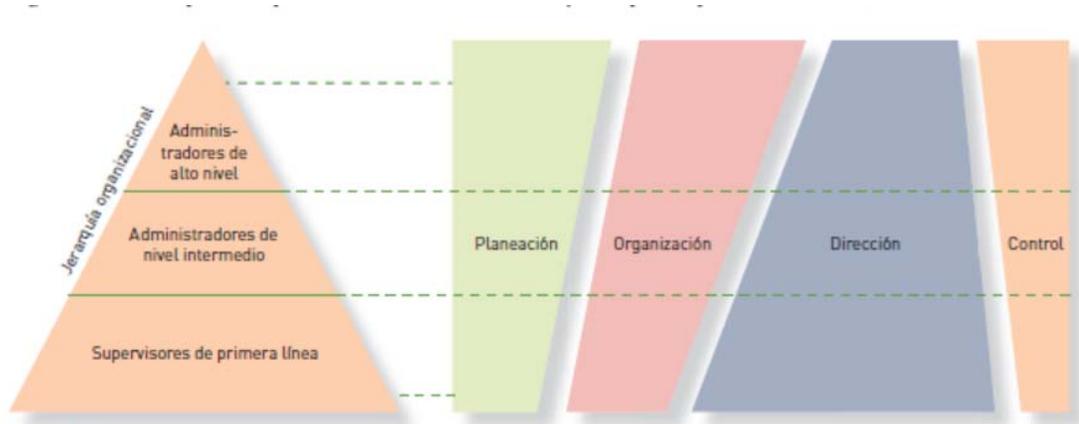


Figura 1.1 Tiempo dedicado al desempeño de funciones administrativas.

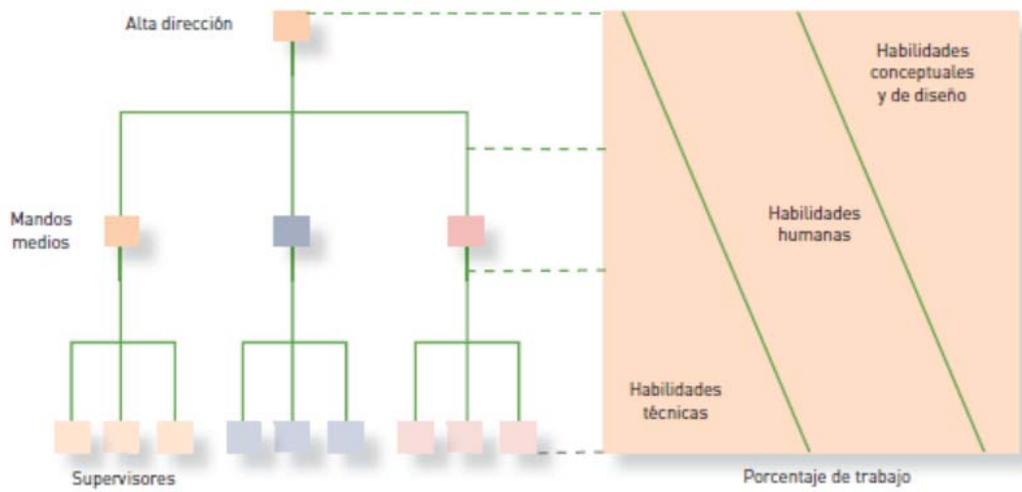


Figura 1.2 Habilidades y niveles administrativos.
Las habilidades varían en importancia según los niveles administrativos.

