

# INVESTIGACIONES OPERATIVAS(\*)

## (1ra. SESION)

Por el Doctor Agustín Alejandro Durañona y Vedia.

### DEFINICION DE LA INVESTIGACION OPERATIVA

La condición fundamental, exigida para ejercer el comando de una gran organización, era hasta el presente la de poseer una gran capacidad intuitiva para saber elegir las mejores decisiones conducentes al bien de la misma.

Esta capacidad intuitiva se fundamentaba en el conocimiento cabal de todas las características de la organización, adquirida en un directo contacto.

La gran magnitud de las organizaciones modernas hace ya imposible este contacto directo y torna cada vez más imprecisa la intuición que pueda conducir a la adopción de decisiones. La primera etapa del buen gobierno, es hoy un control estadístico de la marcha de todo el organismo que se comanda, en forma que permita obtener datos precisos actualizados en cada instante.

La moderna ingeniería de control nos enseña a manejar poderosos instrumentos, que permiten recopilar grandes cantidades de datos y, de acuerdo con las técnicas de la estadística moderna, reducirlos a elementos adecuados para describir debidamente las características de las grandes organizaciones.

A fin de que la elección de decisiones sea posible, se usan hoy una serie de técnicas, que reciben el nombre de Investigación Operativa. Estas técnicas tienen por objeto, el uso de criterios racionales para elegir las mejores decisiones.

La labor de Investigación Operativa la realizan general-

---

(\*) Conferencia pronunciada en la Escuela Superior de Guerra.

mente equipos de técnicos, que funcionan como asesores de los comandos.

La labor de un comandante ha cambiado así de carácter.

No debe usarse la intuición para resolver aquellas cuestiones que se pueden dilucidar mediante cálculo, pero será necesario tener la capacidad suficiente para impulsar la labor de los equipos asesores, y para interpretar los resultados de los mismos. Habrá que saber plantear los problemas al equipo asesor, coordinar su labor, y llegar a dar criterios orientadores y definitivos, en aquellas cuestiones que el cálculo no pueda dilucidar.

La Junta de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas, ha creado un Grupo de Investigación Operativa, que tiene como objetivos: divulgar la metodología de esta rama técnico científica, facilitar la constitución de nuevos grupos, y asesorarlos a fin de resolver convenientemente los diversos problemas que se les plantean.

Alguien pudiera confundir a la Investigación Operativa con los métodos de programación que ya hace tiempo se han usado. Sólo en el conocimiento en detalle de los nuevos métodos, resulta patente la diferencia.

Las técnicas de la Investigación Operativa se incrementaron en el esfuerzo de movilización nacional realizado en los países en pugna durante la guerra mundial. Hoy se han generalizado, y se han constituido importantes organizaciones de todo orden que se dedican al asesoramiento de instituciones oficiales y privadas.

Podría pensarse que la Investigación Operativa es únicamente aplicable en países con elevados recursos. Sin embargo en la India, en 1955, bajo la presidencia del Ministro Nehru, se ha constituido un equipo con la misión de realizar un planeamiento integral del país.

Para estudiar un problema de Investigación Operativa, lo primero es formularse un modelo adecuado, del sector de la realidad que interesa para el caso.

Ya desde la época de los geómetras griegos, hemos apren-

dido a formarnos conceptos abstractos de las cosas, en los que se hace abstracción de ciertas características, consiguiéndose así que estos conceptos adquirieran una mayor simplicidad y armonía, y resulten con propiedades fácilmente manejables. Los conceptos de punto, recta y plano, son ejemplos bien patentes. Ellos no pertenecen a la realidad, pero sirven muy bien para interpretarla. Las figuras verdaderas de la geometría de la realidad son mucho más complejas y tienen menos armonía, que las figuras geométricas de la geometría abstracta, pero éstas sirven muy bien, para sacar conclusiones que sean aplicables a la realidad.

De la misma manera, al estudiar un problema de Investigación Operativa, debemos formularnos un modelo, haciendo abstracción de aquellas características de la realidad, que tengamos conciencia que no van a influir en el problema. El modelo debe ser lo suficiente sencillo para que sea manejable. Su complicación será fatal, cuando sea necesario incluir en él muchas características de las que no sea posible prescindir.

Formulado el modelo se llega, en general, a tener que estudiar la forma cómo varían ciertas magnitudes cuyos valores definen lo que llamaremos un "estado" de nuestro sistema. Los valores que hay que determinar se pueden llamar las coordenadas de nuestro sistema.

En muchos casos las coordenadas van a tener el carácter de variables "aleatorias". No alcanzarán un valor determinado, sino que podrán tomar todos los valores de un cierto conjunto, y se podrá determinar la probabilidad de que asuman cada uno de esos posibles valores.

Para el estudio de estas variables aleatorias van a ser elementos esenciales, el cálculo de probabilidades y la estadística.

Cuando nuestra organización se encuentre en un estado  $A$ , podrá ocurrir que lleguemos a tomar una decisión  $B$ . Esta decisión  $B$  provocará en general un cambio de estado, lo que expresaremos diciendo que existe un operador  $XB$  que aplicado a  $A$ , engendra un nuevo estado  $A^1$ .

La elección de la decisión  $B$  de manera que  $A^1$ , es decir,

el nuevo estado alcanzado tenga ciertas características, será el problema general de Investigación Operativa.

Haremos una rápida mención de los métodos más simples y más usuales de la Investigación Operativa.

### **LA PROGRAMACION LINEAL.**

En muchos casos las variables de nuestro sistema deberán cumplir ciertas condiciones que llamaremos vínculos, estos vínculos podrán tener la forma de desigualdades, y en los casos más simples estas desigualdades serán lineales o se considerarán lineales dentro del grado de aproximación correspondiente a un modelo elegido.

Por ejemplo, si se trata de expresar costos totales, como suma de costos parciales, cada uno de los cuales es un costo unitario por un número de ítems, se obtendrán expresiones lineales, y si estos costos están constreñidos a no sobrepasar ciertos límites, surgirán desigualdades de tipo lineal.

Un conjunto de desigualdades de tipo lineal limita un conjunto de posibles valores para las coordenadas de nuestro sistema, y un problema de programación lineal consistirá en buscar en dicho conjunto, aquellos valores o sea aquel "estado" del sistema para el cual es máxima o mínima una cierta expresión que mide un provecho o un gasto, que en general podrá también considerarse como una función lineal de las coordenadas.

### **LA TEORIA DE LOS JUEGOS.**

El modelo de los juegos de azar debido a Von Neumann tiene aplicación en los problemas de intereses en conflicto, tanto bélicos como de competencias económicas. Es base fundamental de este modelo el concepto de estrategia. Cada jugador define sus "estrategias" o sea sus reglas de conducta en todas las acciones que debe realizar, ya sea para tomar iniciativa, como para replicar a toda acción eventual del adversario.

Definidas todas las posibles estrategias de cada contrin-  
cante, se define la llamada matriz de pagos o resultados, que  
indica el "valor" apreciado en "costo" del resultado, para una  
estrategia determinada de cada jugador.

Del análisis de la matriz de pago aplicando determinadas  
reglas, pueden surgir las estrategias óptimas.

El famoso criterio minimáx de John Von Naumann consis-  
te en prever la mínima ganancia posible para cada estrategia  
que pueda elegir el contrario. Esta ganancia está asegurada,  
y entonces puede elegirse como estrategia óptima, aquella que  
hace máxima a dicha mínima ganancia.

### **TEORIA DE LA COLA.**

Un modelo aplicable a gran cantidad de problemas de in-  
vestigación operativa, es el de la "cola", o fila de espera.

En el transcurso del tiempo, llegan a un lugar ciertos  
elementos, que reciben un determinado servicio. El arribo de  
esos elementos es aleatorio, y la capacidad de servicio es limi-  
tada. En consecuencia, se forman "colas" de elementos que  
esperan ser atendidos. Pueden estudiarse distribuciones de  
probabilidad de esas colas, y a partir de los resultados que se  
obtengan, adecuar la capacidad de servicio, de modo que el  
tiempo de espera para cada elemento sea mínimo.

La teoría de la cola encuentra aplicación en todo problema  
de atención de público, en la reparación de máquinas, en los  
problemas que presentan las líneas de armado, en el aterri-  
zaje de aviones, comunicaciones telefónicas, etc.

### **TEORIA DE LA DEMANDA Y EL STOCK.**

El problema de satisfacer la demanda de materias pri-  
mas para abastecer las industrias o de productos elaborados  
para consumo, haciendo mínimo el gasto que implica mante-  
ner reservas de los mismos, se trata, en sus diversas formas,  
mediante los distintos modelos de inventario. Tales modelos  
corresponden a demanda fija o aleatoria, restricciones impues-

tas al stock, variabilidad de costos de producción con la cantidad producida, etc., y en cada caso requieren técnicas matemáticas que abarcan desde el análisis elemental, hasta métodos de reciente creación, entre los que se hallan los ya nombrados de programación lineal y teoría de la cola, métodos probabilísticos como el de Monte Carlo, programación dinámica, etc.

### **PROGRAMACION DINAMICA.**

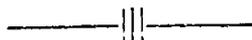
El modelo de programación dinámica se aplica cuando en una organización, deben tomarse diversas decisiones concatenadas, las que van a aplicarse en diversos períodos llamados ejercicios. Una determinada cadena de decisiones es lo que llamaremos una política.

Richard Bellmann ha propuesto ciertas ecuaciones funcionales cuya resolución conduce al cálculo de la política óptima a seguir.

### **TEORIA DE LA PREDICCIÓN.**

La teoría de la predicción se ocupa de calcular estados futuros de un sistema, lo que puede hacerse, cuando los datos del futuro están en correlación estadística con los datos del presente y del pasado.

La expresión matemática que vincula el futuro, con el presente y el pasado, es lo que se llama un "predictor". Norbert Wiener ha creado diversos predictores posibles.



# REVISTA DE LA ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA

Año XXXVI :: OCTUBRE - DICIEMBRE 1958 :: No. 331

## Sumario

ESTRATEGIA ATOMICA. LA APARICION DEL ARMA NUCLEAR Y SUS INFLUENCIAS EN EL ORDEN POLITICO, ECONOMICO, SOCIAL Y ESPECIALMENTE MILITAR. ACTUALIDAD DE LA TEORIA DE LA GUERRA CLASICA, FRENTE A LAS POSIBILIDADES DE EMPLEO DE ESTAS ARMAS. Por el Coronel Nicolás C. Hure .....	591
ATAQUE EN AMBIENTE ATOMICO. Por el Teniente Coronel Jorge Abel Davalle .....	619
GUERRA REVOLUCIONARIA. EL CONFLICTO MUNDIAL EN DESARROLLO. Por el Teniente Coronel Manrique Miguel Mom .....	641
LA GUERRA PSICOLOGICA. Por el Teniente Coronel del Ejército Francés François Pierre Badie .....	665
GUERRA SUBVERSIVA Y GUERRA REVOLUCIONARIA. Por el Teniente Coronel del Ejército Francés Patricio de Naurois .....	687
UN METODO DE RAZONAMIENTO PARA UN PROBLEMA TACTICO. Por el Teniente Coronel del Ejército Francés Patricio de Naurois ....	703
INVESTIGACIONES OPERATIVAS. Por el Doctor Agustín Alejandro Durazón y Vedia .....	720
PROBLEMAS ECONOMICOS ACTUALES DE AMERICA LATINA. Por el Ingeniero Adolfo Dorfman .....	726
PALABRAS DEL DIRECTOR DE LA ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA, Coronel D. JOSE LUIS D'ANDREA MOHR, EN EL ACTO DE ENTREGA DE DIPLOMAS DE OFICIAL DE ESTADO MAYOR A LOS JEFES Y OFICIALES EGRESADOS DEL 3. CURSO DE 1958 .....	734

### ANEXO RESERVADO

LA PLANIFICACION EN LA CONDUCCION MILITAR. Por el Teniente General (R. E.) Benjamín Rattenbach .....	1 a 29
--	--------

---

La Dirección de la Revista deja a sus colaboradores la entera responsabilidad de las opiniones o juicios vertidos, a cuyo fin, cuando no sean artículos de la Dirección, las colaboraciones aparecerán con el nombre del autor.