

# ESBA



**GRUPO EDUCATIVO**

## **ANÀLISIS DE SISTEMAS**

**PROF.: CLAUDIA VILLAR**

**MATERIA:**

**INVESTIGACIÓN OPERATIVA Y FINANCIERA**

## **CLASE 1**

### **LA INVESTIGACIÓN OPERATIVA. HISTORIA Y CONTEXTO**

La Investigación Operativa, o I.O., consiste en aplicar método científico para asignar los recursos o actividades de manera eficaz, ya sea desde lo técnico como desde lo económico. Las etapas del método científico pueden enumerarse de la siguiente manera:

- a) *La observación del fenómeno.* Se observa y se describe el proceso objeto de estudio.
- b) *Formulación de hipótesis.* Formular una hipótesis no es más que adelantar la solución a un problema planteado. Para ello, se establecen posibles causas que expliquen el fenómeno estudiado, que después habrá que confirmar experimentalmente.
- c) *Diseño experimental.* Se monta un dispositivo experimental que pueda probar nuestras hipótesis. Si hay varias variables, se controlan todas salvo la que queremos estudiar.
- d) *Análisis de resultados y conclusiones.* Los resultados obtenidos se suelen reflejar en tablas de datos y gráficas. La variable independiente se representa en abscisas y la dependiente en el eje de ordenadas.

Los comienzos de la Investigación Operativa datan de la Segunda Guerra Mundial en Gran Bretaña, cuando se llamó a un grupo de científicos de distintas áreas del saber para que estudiaran los problemas tácticos y estratégicos asociados a la defensa del país. El nombre de Investigación Operativa fue dado aparentemente porque el equipo estaba llevando a cabo la actividad de investigar operaciones militares. A partir de los resultados alentadores obtenidos por los equipos británicos, los administradores militares de Estados Unidos comenzaron a desarrollar investigaciones del mismo tipo.

Como ocurre con muchas de los desarrollos realizados a partir de la guerra, la industria comenzó a aplicar las herramientas de la Investigación Operativa a la resolución de problemas relacionados con el crecimiento del tamaño y la complejidad de la propia actividad industrial.

Los Estados Unidos tomaron pronto el liderazgo en este campo rápidamente creciente. La primera técnica matemática ampliamente aceptada en el medio de Investigación Operativa fue el Método Simplex de Programación Lineal, desarrollado en 1947 por el matemático norteamericano George B. Dantzig.

Un segundo factor en el avance de la Investigación Operativa fue el desarrollo de la informática, con sus tremendas capacidades de velocidad de cómputo y de almacenamiento y recuperación de información, permitió al individuo que tenía que tomar decisiones hacerlo con rapidez y precisión.

Actualmente la Investigación Operativa se está aplicando en muchas actividades que han ido más allá de las aplicaciones militares e industriales, para incluir hospitales, instituciones financieras, bibliotecas, planificación urbana, sistemas de transporte y sistemas de comercialización.

## Características de la Investigación Operativa

El enfoque de la *Investigación Operativa* sigue las pautas del *método científico*, y su contribución proviene principalmente de:

- ✓ La estructuración de una situación de la vida real como un modelo matemático, logrando una abstracción de los elementos esenciales para que pueda buscarse una solución que concuerde con los objetivos del tomador de decisiones. Esto implica tomar en cuenta el problema dentro del contexto del sistema completo.
- ✓ El análisis de la estructura de tales soluciones y el desarrollo de procedimientos sistemáticos para obtenerlas.
- ✓ El desarrollo de una solución, incluyendo la teoría matemática si es necesario, que lleva al valor óptimo de la medida de lo que se espera del sistema (o quizá que compare los cursos de acción opcionales evaluando esta medida para cada uno).
- ✓ El modelo matemático trata de responder al problema de elegir los valores de las variables de decisión de manera que se optimice la función objetivo, sujeta a las restricciones dadas.

***“Optimizar es la acción de llevar una cierta magnitud a su óptimo, o sea, a su máximo o a su mínimo, según se trate de algo que se considera beneficioso o perjudicial, en cuyos casos respectivos se utilizan también los nombres de maximizar o minimizar.”*** <sup>(1)</sup>

Se optimiza todo tipo de magnitudes para las que se estima o valora que tienen estados preferibles a otros y se quiere alcanzar el de mayor utilidad o satisfacción. Es posible construir modelos específicos de programación lineal que se ajustan a diversos tipos de problemas.

## Definición de Investigación Operativa

La **Investigación Operativa** o Investigación Operacional se puede definir como: *"La aplicación del método científico a problemas relacionados con el control de las organizaciones o sistemas a fin de que se produzcan soluciones que mejor sirvan a los objetivos de toda la organización"*.

## Metodología de la Investigación de Operativa

El proceso de la Investigación Operativa comprende las siguientes fases:

**Formulación y definición del problema.** En esta fase del proceso se necesita: una descripción de los objetivos del sistema, es decir, qué se desea optimizar; identificar las variables implicadas, ya sean controlables o no; determinar las restricciones del sistema. También hay que tener en cuenta las alternativas posibles de decisión y las restricciones para producir una solución adecuada.

**Construcción del modelo.** El investigador de operaciones debe decidir el modelo a utilizar para representar el sistema. Debe ser un modelo tal que relacione a las variables de decisión con los parámetros y restricciones del sistema. Los parámetros (o cantidades conocidas) se pueden obtener ya sea a partir de datos pasados o estimados por medio de algún método estadístico. Es recomendable determinar si el modelo es probabilístico o determinístico.

**Solución del modelo.** Una vez que se tiene el modelo, se procede a derivar una solución matemática empleando las diversas técnicas y métodos matemáticos para resolver problemas y ecuaciones. Debemos tener en cuenta que las soluciones que se obtienen en este punto del proceso son matemáticas y debemos interpretarlas en el mundo real. Además, para la solución del modelo, se deben realizar análisis de sensibilidad, es decir, ver cómo se comporta el modelo ante cambios en las

especificaciones y parámetros del sistema. Esto se hace debido a que los parámetros no necesariamente son precisos y las restricciones pueden estar equivocadas.

**Validación del modelo.** La validación de un modelo requiere que se determine si dicho modelo puede predecir con certeza el comportamiento del sistema. Un método común para probar la validez del modelo es someterlo a datos pasados disponibles del sistema actual y observar si reproduce las situaciones pasadas del sistema. Pero, como no hay seguridad de que el comportamiento futuro del sistema continúe replicando el comportamiento pasado, entonces siempre debemos estar atentos a cambios posibles del sistema con el tiempo, para poder ajustar adecuadamente el modelo.

**Implementación de resultados.** Una vez que hayamos obtenido la solución o soluciones del modelo, el siguiente y último paso del proceso es interpretar esos resultados y dar conclusiones y cursos de acción para la optimización del sistema. Si el modelo utilizado puede servir a otro problema, es necesario revisar, documentar y actualizar el modelo para sus nuevas aplicaciones.

### Experimentos deterministas y experimentos aleatorios:

Se llaman **experimentos deterministas** a aquellos experimentos donde los resultados son perfectamente previsibles. Aunque pueden tener más de un resultado, estos se conocen. Ejemplo: si uno se arroja a un precipicio, seguramente va a caer. Y si repite el experimento, volverá a obtener el mismo resultado.

En cambio, en los **experimentos aleatorios (o estocásticos)**, no se puede predecir de antemano el resultado que obtendremos cada vez que se repita. Pero siempre es posible prever una ley de comportamiento de todos los resultados posibles y, en base a ella, calcular la probabilidad de obtener cada uno de los mismos.

En los experimentos aleatorios, y sólo en ellos, es posible hablar de probabilidad. Ejemplo: sabemos que al arrojar un dado tenemos 6 resultados posibles, aunque no tenemos idea qué resultado dará. Lo que sí podemos es calcular la probabilidad de ocurrencia que tiene cada resultado posible. Si se trata de un dado perfectamente balanceado, los 6 resultados tienen la misma probabilidad de ocurrir. Pero, en general, en los experimentos aleatorios, cada resultado tiene su propia probabilidad de ocurrir, lo que da lugar a una distribución de probabilidades, como habrán visto en Estadística.

**Evento aleatorio:** Es el resultado de un experimento aleatorio. O sea, cada resultado posible que tiene ese experimento. En el ejemplo del dado, un evento aleatorio es que salga un 3. Este experimento tiene 6 eventos aleatorios.

**Cálculo de probabilidades:** Es una teoría matemática que nos permite asignar un número a la ocurrencia de un evento a través de la construcción de modelos que describen el comportamiento de los experimentos aleatorios.

### Repasamos algunas consecuencias prácticas de la teoría axiomática de probabilidad, vistas en el cuatrimestre anterior:

**PRIMERA CONSECUENCIA:** *Un evento que no tiene resultado favorable dentro del conjunto de resultados posibles de un experimento aleatorio se denomina **evento imposible**. Y su probabilidad es cero. En símbolos:  $P(\emptyset) = 0$*

**SEGUNDA CONSECUENCIA:** *El evento que consiste de todos los resultados que no contiene el evento  $E$  se denomina **evento complementario** de un evento  $E$ . Por definición. Y su probabilidad da  $1 - P(E)$ .*

**TERCERA CONSECUENCIA:** *Considerando que  $P(\emptyset) = 0$  y  $P(Z) = 1$ , se puede decir que la probabilidad siempre varía entre 0 y 1:  $0 \leq P(E) \leq 1$  cualquiera sea el evento  $E$ .*

**CUARTA CONSECUENCIA:** A continuación se verá que ocurre cuando se debe calcular la probabilidad de eventos no mutuamente excluyentes.

Los eventos no mutuamente excluyentes son aquellos que tienen resultados en común. La probabilidad de A o B cuando tales eventos no son mutuamente excluyentes es:

$$P(A \text{ o } B) = P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$$

## ELEMENTOS DESCRIPTIVOS DE UNA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDADES

Una distribución de probabilidades está dada por los valores de probabilidad que van adquiriendo todos los eventos de un experimento. Tirar un dado y analizar su resultado es un experimento aleatorio con 6 eventos, todos tienen la misma probabilidad de ocurrir (1/6), y por supuesto la suma de las probabilidades de todos los eventos da 1. Es una distribución de probabilidad UNIFORME (el gráfico es una línea horizontal en  $y = 1/6$ )

Pero hay muchas distribuciones de probabilidad. Una de ellas, que Uds. la estudiaron en Estadística, es la distribución Normal, que se aplica para variables aleatorias continuas. También está la distribución de Poisson (que utilizaremos al final de la materia), la distribución Beta (que también utilizaremos) y muchas más. Lo que describe o caracteriza a cada distribución es su Esperanza Matemática (Media aritmética) y su Desvío Estándar.

En Estadística, Uds. vieron cómo se calculan estos dos parámetros (para toda la población) o estimadores (si es una muestra). Lo interesante es que, para algunas distribuciones de probabilidad el cálculo de la esperanza matemática y del desvío estándar se simplifica, pudiéndose llegar a los mismos valores con fórmulas más sencillas. Este es el caso de Poisson y Beta. Ya veremos su cálculo cuando lo necesitemos.

### EJERCICIO 1.1

Supongamos que recibimos en casa a unos cuantos amigos y hay que organizar la compra en el supermercado. Aunque parezca ridículo, vamos a estar aplicando los conceptos de investigación operativa, aunque sea, en forma intuitiva. Hacer una lista de características de la I.O. que aparecen al organizar tal compra.

### EJERCICIO 1.2

Buscar 2 ejemplos cotidianos en los cuales buscamos la optimización, ya sea por maximización o por minimización.

## AUTOEVALUACIÓN 1

- 1) La Investigación operativa utiliza métodos que son siempre probabilísticos. V o F ?
- 2) Optimizar es llevar cierta magnitud hacia su óptimo que es, según el caso, el valor máximo posible o el valor mínimo posible. V ó F ?
- 3) La metodología de la I.O. contiene 5 fases. Listarlas en el orden en que se llevan a cabo