Introducción a Investigación de Operaciones

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas
Dr. Víctor G. Alfaro-García

¿Qué es Investigación de Operaciones?

INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES:

Aplicación del MÉTODO CIENTÍFICO
a problemas de DECISIÓN en organizaciones
para encontrar soluciones ÓPTIMAS o BUENAS
usando MODELOS MATEMÁTICOS

EN PALABRAS SIMPLES:

✓ Tomar DECISIONES COMPLEJAS de forma SISTEMÁTICA
(no solo intuición o experiencia)
✓ CUANTIFICAR trade-offs
(si hago X, gano Y pero pierdo Z)
✓ OPTIMIZAR recursos limitados
(dinero, tiempo, personal, materiales)
✓ Usar MATEMÁTICAS como LENGUAJE
para expresar y resolver problemas
✓ JUSTIFICAR decisiones con EVIDENCIA
(no 'porque siempre lo hemos hecho así')

Orígenes Históricos de la IO

NACIMIENTO: Segunda Guerra Mundial (1940s)
Militares británicos y estadounidenses necesitaban optimizar:

- **Asignación de recursos escasos (aviones, barcos, tropas)**
- **Rutas de convoyes para evitar submarinos**
- **Estrategias de bombardeo**
- **Despliegue de radares**

EVOLUCIÓN:

```
1940s: Aplicaciones militares, equipos multidisciplinarios
       (matemáticos, físicos, economistas, ingenieros)
1950s: Transición a la INDUSTRIA
       IBM, DuPont, General Electric adoptan métodos
       Desarrollo del SIMPLEX (George Dantzig, 1947)
1960s-70s: Computadoras permiten problemas grandes
          Optimización se vuelve práctica
1980s-90s: Software comercial (LINDO, CPLEX, Gurobi)
          IO se vuelve accesible a empresas medianas
2000s-Hoy: Big Data, Machine Learning, AI
          IO + Analítica avanzada
          Toda empresa grande usa IO
```

Ejemplos Reales en Empresas Mexicanas

CEMEX:
Rutas de camiones con concreto
PROBLEMA:
Concreto se endurece, entrega urgente, tráfico variable
IO USADA:
Optimización rutas tiempo real
RESULTADO:
Ahorro millones $, mejor servicio

BIMBO:
Plan producción y distribución
PROBLEMA:
50+ plantas, 2M puntos venta, producto perecedero
IO USADA:
Programación lineal, redes
RESULTADO:
Reducción costos logística 15%

AEROMÉXICO:
Asignación tripulaciones
PROBLEMA:
Restricciones legales, preferencias, minimizar costo
IO USADA:
Programación entera
RESULTADO:
Ahorro $8M/año

IMSS:
Programación cirugías
PROBLEMA:
Quirófanos limitados, prioridades médicas, recursos escasos
IO USADA:
Modelos de colas, asignación
RESULTADO:
+30% utilización

IO NO es teoría académica. Es herramienta PRÁCTICA usada HOY.

Naturaleza de la Investigación de Operaciones

CARACTERÍSTICAS DISTINTIVAS:

1. ENFOQUE DE SISTEMAS:
   - Ver organización como SISTEMA completo
   - No optimizar partes aisladas (suboptimización)
   - Ejemplo: Bajar inventarios puede saturar producción
2. EQUIPOS MULTIDISCIPLINARIOS:
   - IO requiere matemáticos + expertos del dominio
   - No solo teoría, también realidad del negocio
3. MODELADO MATEMÁTICO:
   - Traducir problema real a lenguaje matemático
   - Variables, objetivos, restricciones
   - El MODELO no es la realidad, es simplificación útil
4. OPTIMIZACIÓN:
   - Buscar lo MEJOR posible (óptimo)
   - O al menos MUCHO MEJOR (heurísticas)
   - No conformarse con 'suficientemente bueno'
5. CUANTIFICACIÓN:
   - Todo se expresa en NÚMEROS
   - Permite comparación objetiva
   - 'Intuyo que...' → 'Calculé que...'
6. VALIDACIÓN:
   - Probar modelo con datos históricos
   - Verificar que refleja realidad
   - Iterar hasta que funcione

Impacto de la IO en Organizaciones

BENEFICIOS TANGIBLES:

💰 **AHORRO DE COSTOS:**
Típicamente 10-30% en logística, inventarios, producción
En empresas grandes = millones o miles de millones
⚡ **MEJOR SERVICIO:**
Entregas más rápidas, menos faltantes, mayor confiabilidad
📊 **DECISIONES INFORMADAS:**
Basadas en datos y análisis, no solo experiencia
🎯 **VENTAJA COMPETITIVA:**
Empresas que usan IO superan a competidores

BENEFICIOS INTANGIBLES:

💡 **CULTURA DE MEJORA CONTINUA:**
Mentalidad de 'siempre podemos optimizar'
🗣️ **LENGUAJE COMÚN:**
Diferentes áreas hablan mismo idioma cuantitativo
🔍 **TRANSPARENCIA:**
Decisiones explícitas, rastreables, justificables
🧠 **PENSAMIENTO ESTRUCTURADO:**
Forma sistemática de abordar problemas complejos

Proceso de Modelado en IO (6 Etapas)

1. DEFINIR PROBLEMA Y RECOLECTAR DATOS:
   ¿Qué decisión tomar? ¿Qué información necesitamos?
   Involucrar stakeholders, entender contexto
2. FORMULAR MODELO MATEMÁTICO:
   Variables decisión, función objetivo, restricciones
   Traducir problema real a lenguaje matemático
3. OBTENER SOLUCIÓN:
   Resolver modelo (a mano, software, algoritmos)
   Encontrar valores óptimos de variables
4. PROBAR MODELO (Validación):
   ¿Solución tiene sentido? ¿Refleja realidad?
   Comparar predicciones con datos históricos
   Análisis sensibilidad: ¿qué pasa si cambian datos?
5. PREPARAR PARA APLICAR:
   Documentar, capacitar usuarios
   Diseñar interfaz amigable si es software
   Plan de implementación
6. IMPLEMENTAR:
   Poner solución en práctica
   Monitorear resultados
   Ajustar si necesario (proceso iterativo)

NO es proceso lineal. Es CÍCLICO, se regresa a etapas previas.

Formular un Modelo Matemático

COMPONENTES DE UN MODELO:

1. **VARIABLES DE DECISIÓN:**
   Qué podemos CONTROLAR, qué estamos DECIDIENDO
   Ejemplo: X_1 = cantidad a producir del producto 1
2. **PARÁMETROS (DATOS):**
   Información CONOCIDA, constantes
   Ejemplo: Costo de producción, demanda, capacidad
3. **FUNCIÓN OBJETIVO:**
   Qué queremos MAXIMIZAR o MINIMIZAR
   Ejemplo: Maximizar ganancia = Ingresos - Costos
4. **RESTRICCIONES:**
   Limitaciones que DEBEMOS respetar
   Ejemplo: No exceder capacidad máquina,
   Satisfacer demanda mínima,
   Presupuesto limitado

EJEMPLO SIMPLE:

Fábrica produce 2 productos. Ganancia: P1=$50, P2=$40.
Capacidad: 100 horas. P1 usa 2h, P2 usa 1h. ¿Cuánto producir?

Variables: X_1, X_2 (cantidades)
Objetivo: Max $50X_1 + 40X_2$
Restricción: $2X_1 + X_2 \leq 100$, $X_1, X_2 \geq 0$

Resolver a Mano vs Usar Herramientas Modernas

RESOLVER A MANO:
PRO:
✓ Entender lógica
✓ Desarrollar intuición
✓ Apreciar complejidad
CONTRA:
✗ Lento, tedioso
✗ Propenso a errores
✗ Solo problemas MUY pequeños (2-3 vars)
✗ NO escalable
✗ Nadie lo hace en práctica profesional

USAR SOFTWARE:
PRO:
✓ Rápido (milisegundos)
✓ Preciso
✓ Problemas GRANDES (miles variables)
✓ Lo que hacen profesionales
✓ Enfoque en FORMULAR bien, no calcular
CONTRA:
✗ 'Caja negra' si no entienden lógica

ENFOQUE EN ESTE CURSO:

✓ Aprenderán algoritmos básicos (Simplex) para INTUICIÓN
Resolverán 2-3 problemas pequeños a mano
✓ PERO enfoque principal: FORMULAR modelos
'Traducir problema real a matemáticas'
✓ Usaremos EXCEL/Solver para resolver
(herramienta accesible, que ya conocen)
✓ HONESTIDAD: Calcular a mano es ejercicio académico
En trabajo real SIEMPRE usarán software

Tipos de Modelos que Veremos en el Curso

DETERMINÍSTICOS: (certeza en datos)
- **Programación Lineal (maximizar/minimizar)**
- **Modelos de Redes (flujos, rutas, transporte)**
- **Inventarios EOQ (demanda constante)**

ESTOCÁSTICOS: (incertidumbre, probabilidad)
- **Teoría de Colas (llegadas aleatorias)**
- **Inventarios avanzados (demanda incierta)**
- **Simulación**

ESTRATÉGICOS: (múltiples agentes)
- **Teoría de Juegos (competencia, negociación)**

Otros: anticipar reacciones rivales

NO VEREMOS (falta tiempo):
- **Programación dinámica**
- **Simulación**
- **Metaheurísticas**
- **Machine Learning**

Pero bases sí cubiertas

PROGRESIÓN: Simple→Complejo, Determinístico→Estocástico

Habilidades que Desarrollarán en Este Curso

1. PENSAMIENTO ANALÍTICO:
   Descomponer problemas complejos en componentes manejables
   Identificar qué es importante vs ruido
2. MODELADO:
   Traducir problemas reales confusos a matemáticas claras
   Abstracción y simplificación inteligente
3. CUANTIFICACIÓN:
   Poner números a trade-offs
   'Este curso de acción vale X versus Y'
4. USO DE HERRAMIENTAS:
   Excel/Solver para optimización
   Software especializado si necesario
5. INTERPRETACIÓN:
   Entender qué significa la solución matemática
   Traducir de números de vuelta a decisiones
6. COMUNICACIÓN:
   Explicar análisis técnico a no-técnicos
   Justificar recomendaciones con evidencia
7. PENSAMIENTO CRÍTICO:
   Reconocer limitaciones de modelos
   Saber cuándo confiar en modelo, cuándo no

ESTAS SON HABILIDADES PROFESIONALES VALIOSAS
MÁS ALLÁ DE ESTE CURSO, para toda su carrera

Limitaciones de la Investigación de Operaciones

1. SIMPLIFICACIÓN:
   Modelos SIEMPRE simplifican realidad
   Omiten factores difíciles de cuantificar
   (política organizacional, cultura, emoción)
2. DATOS:
   'Garbage in, garbage out'
   Si datos son malos, solución es mala
   Estimación de parámetros puede ser difícil
3. SUPUESTOS:
   Modelos dependen de supuestos
   Si supuestos se violan mucho, modelo falla
   Ejemplo: Linealidad, certeza, etc.
4. IMPLEMENTACIÓN:
   Solución óptima matemática ≠ viable política/socialmente
   Resistencia al cambio
   Modelo perfecto inútil si nadie lo usa
5. PROBLEMAS NO CUANTIFICABLES:
   No todo se reduce a números
   Satisfacción empleados, reputación, ética
   IO complementa juicio, no lo reemplaza

MODELOS SON HERRAMIENTAS, NO RESPUESTAS ABSOLUTAS

IO Clásica vs IO Moderna

IO CLÁSICA (1950-1990):
- Énfasis en algoritmos a mano
- Problemas pequeños
- Modelos estáticos
- Un modelo = un problema
- Académico, teórico

IO MODERNA (1990-Hoy):
- Énfasis en FORMULAR, software resuelve
- Problemas masivos (Big Data)
- Modelos dinámicos, tiempo real
- Sistemas integrados
- Práctico, aplicado

TENDENCIAS ACTUALES:

🤖 **IO + MACHINE LEARNING:**
Combinar optimización con predicción
Ejemplo: Predecir demanda (ML) + Optimizar inventario (IO)

📊 **PRESCRIPTIVE ANALYTICS:**
No solo describir/predecir, sino PRESCRIBIR qué hacer

☁️ **OPTIMIZACIÓN EN LA NUBE:**
Solvers potentes accesibles vía web
No necesitan instalar software especializado

Recursos y Materiales

LIBRO DE TEXTO:

Hillier & Lieberman:
'Introducción a la Investigación de Operaciones'
11ª edición (o posterior)

Es EL libro estándar, usado mundialmente

MATERIALES EN PLATAFORMA:

- 📊 **Presentaciones (PowerPoint) de cada unidad**
- 📽️ **Videos complementarios**
- 📄 **Plantillas Excel para ejercicios**
- 📝 **Guías de estudio**
- 📚 **Lecturas adicionales (artículos, casos)**
- 🔗 **Enlaces a recursos externos (videos, tutoriales)**

SOFTWARE:

- EXCEL (obligatorio) - ya lo tienen
- Solver add-in (gratis en Excel)
- Opcional: Python, R para interesados

No necesitan software caro especializado