



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE
**CIENCIAS
ECONÓMICAS**

Programa de Asignatura

Carrera:

Licenciatura en Logística

Plan de Estudio (aprobado por ordenanza):

Ord 003/2016-CS

Espacio Curricular:

371 - Investigación operativa aplicada / obligatorio

Aprobado por resolución número:

Res. 85/2024- CD

Programa Vigente para ciclo académico:

2024

Profesor Titular (o a cargo de cátedra):

BAZIUK, Pedro Alejandro

Jefes de Trabajos Prácticos:

LEIVA BUTTI, Juan Manuel

Características

Área	Periodo	Formato espacio curricular	Créditos
Ciencias Básicas aplicadas	Segundo Cuatrimestre	Teórico-Aplicada	0

Requerimiento de tiempo del estudiante:

Horas clases teoría	Horas clases práctica	Subtotal horas clases	Horas de estudio	Horas de trabajo autónomo	Evaluaciones	Total horas asignatura
24	66	90	48	42	28	208

Espacios curriculares correlativos

Estadística aplicada a la Logística ,

[RC22.0134 D. Aprobar reorganización curricular Licenciatura en Logística](#)

[RD23.0043 D. Rectificar Res. 134-22 CD Correlatividades LL](#)

Contenidos

Fundamentos:

Se propone una estructura modular de 22 módulos, agrupados en 6 unidades. Estos 22 módulos pueden ser desarrolladas de a dos por semana, en las tres instancias interrelacionadas: teoría, práctica y resolución de casos, durante el cursado cuatrimestral de la asignatura. Para cada módulo corresponde un cuadernillo de lectura, elaborado por los profesores de la asignatura, con originalidad y especificidad para la carrera, con su correspondiente test de comprobación de lectura. Cada unidad tiene una evaluación de múltiple opción que contribuye a la evaluación continua.

El enfoque pedagógico se encuentra orientado al perfil profesional del Licenciado en Logística (Ord. 3/2016-CS). En este sentido se aportan herramientas para la toma de decisiones táctico-estratégicas, es decir, el diseño y la gestión de la cadena de suministros: planificar, dirigir, proveer y supervisar los recursos necesarios para los sistemas logísticos.

El cursado de Investigación Operativa, aporta a los alcances del título Licenciado en Logística. Particularmente en la aplicación de saberes para gestionar y asistir a los sistemas, aplicando tecnologías y adaptando las relaciones logísticas, consolidando los saberes alcanzados en matemática aplicada, introducción a la administración, comunicación oral y escrita, estadística aplicada, gestión de compras y abastecimiento, derecho de transporte, administración de operaciones y logística 2; y estableciendo los andamiajes necesarios para los espacios curriculares subsiguientes: logística 3, sistemas de información geográfica, gestión de las personas, envase embalaje y manejo de materiales y logística 4.

En coherencia con lo anterior, en la estructura de correlatividades aprobadas por resolución 130/2018-CD, se requiere que los estudiantes se encuentren regulares en Estadística Aplicada a la logística para poder cursar Investigación Operativa, y hayan aprobado Introducción a la Administración y Estadística Aplicada para poder rendirla. De igual manera, se requiere la regularidad en Investigación Operativa para poder cursar Gerenciamiento de Operaciones y su aprobación para poder rendirla.

Investigación Operativa Aplicada contribuye a los objetivos generales de la carrera: formar profesionales capaces de definir estrategias, analizar, operar, administrar, evaluar y mejorar las actividades de la cadena de suministros, a través de técnicas innovadoras de modelización y optimización de la producción (unidad 4 del programa de contenidos propuesto), el aprovisionamiento (unidad 3), la localización (unidad 6), la distribución (unidad 3), el almacenaje (unidad 4) y el transporte (unidad 3). Y a los alcances del título, particularmente en el estudio, planificación, organización, modificación, transformación y dirección de los procesos de definición, desarrollo, implementación y control de: sistemas y redes logísticas, proyectos logísticos integrales y sistemas de abastecimiento y distribución (Ord. 3/2016-CD).

La innovación en la modelización y optimización, necesaria en las organizaciones modernas, requiere gran creatividad por parte de los profesionales. La estandarización de los problemas, ejercicios y evaluaciones que son usadas de manera generalizada en los cursos de Investigación Operativa, disminuye la posibilidad del uso de la parte creativa y de solución de problemas de los estudiantes, impidiendo una apropiación adecuada del conocimiento. Se sugiere un aprendizaje activo, es decir, que el estudiante participe, manipule, experimente, proponga soluciones a un problema, analice resultados, tome decisiones, reformule su procedimiento, si es necesario y finalmente genere conclusiones de profundidad sobre el problema o su solución.

Es una clara intencionalidad del curso acercarse lo más posible a los problemas reales a partir de 29 casos que se complejizan a medida que se avanza en el curso. Se espera que el estudiante agudice su mirada respecto de la optimización de los procesos y que, en su ejercicio profesional, lleve a cabo esas optimizaciones: no solo con fines económicos, sino porque redundan en sistemas más seguros, más confiables y más sustentables. Esto se encuentra en línea con el tercer objetivo específico de la carrera: "generar conciencia de la necesidad de profundizar cambios en el manejo logístico de las

organizaciones, con el fin de aumentar la productividad, disminuir costos y hacer más competitivas a las mismas” (Ord. 3/2016-CS).

Contenidos Mínimos:

Programación lineal. Distintos tipos de soluciones. Métodos Simplex. Concepto de dualidad. Problemas de post optimización. Modelo de transporte, formulación, procesos de cálculo. Administración de proyectos: Programación por camino crítico. Modelos de línea de espera. Análisis de la función costo. Programación no lineal. Aplicaciones a la Logística. Optimización del sistema de compras. Optimización de locales. Maximización del beneficio en problemas de empaque. Optimización del sistema de reparto o distribución.

Competencias Generales:

Detectar y analizar situaciones problemáticas del campo profesional a fin de elaborar y proponer alternativas de solución
Elaborar, validar y aplicar modelos para el abordaje de la realidad y evaluar los resultados
Asignar prioridades y trabajar en entornos de alta exigencia con la finalidad de brindar respuestas oportunas y de calidad
Capacidad para trabajar con otros en equipo con el objetivo de resolver problemas
Capacidad para negociar soluciones y acuerdos aceptables en situaciones profesionales

Programa de Estudio (detalle unidades de aprendizaje):

Unidad I. El método de la investigación operativa

Módulo 1. El arte de la confección de modelos

1. Modelos de investigación de operaciones
2. El arte del modelado
3. Fases de un estudio de investigación operativa

Módulo 2. Modelos matemáticos

1. Enfoque cuantitativo en la toma de decisiones
2. La obtención de datos para la toma de decisiones.
3. Linealidad y no linealidad

Módulo 3. Incertidumbre y riesgo

1. Conceptos fundamentales de probabilidad y estadística
2. Toma de decisiones bajo modelos de certidumbre, incertidumbre y riesgo
3. Introducción a la simulación

Módulo 4. Toma de decisiones

1. Ambientes y criterios para la toma de decisiones
2. Árboles de decisiones
3. Aplicación de la teoría de utilidad y análisis de la función de costo

Unidad 2. Programación lineal

Módulo 1. Formulación de los modelos de PL

1. Variables, restricciones y parámetros
2. Función objetivo
3. Representación gráfica

Módulo 2. Resolución de la PL

1. Método gráfico y el conjunto de soluciones factibles

CASO 1: Maximización de beneficios en problemas de empaque

2. Formulación matemática
3. Método simplex y uso de software

Módulo 3. Aplicaciones de la PL

1. Problemas genéricos de minimización y maximización

CASO 2: Mezcla Óptima

CASO 3: El problema de la dieta

2. Programación lineal entera y mixta

CASO 4: El problema de la contratación de personal

CASO 5: El problema de la mochila

3. Tratamiento de funciones no lineales como lineales

CASO 6: Minimización/maximización de objetivo fraccionario

CASO 7: Restricciones no lineales

Módulo 4. Análisis de resultados

1. Análisis de sensibilidad

CASO 8: Decisiones sobre la tercerización de almacenamiento

2. Papel de la teoría de la dualidad en el análisis de sensibilidad

3. Análisis postóptimo

Unidad 3. Modelos determinísticos para la gestión de proyectos y la cadena de suministros

Módulo 1. Introducción

1. Estructura general de los modelos de gestión

2. Terminología de redes

3. Uso de una red para desplegar visualmente un proyecto

CASO 9: Red de un proyecto de construcción

Módulo 2. Modelos de transporte

1. El problema del transporte

CASO 10: Minimización de costos de transporte

2. El problema del despacho económico

CASO 11: Problema del despacho económico simplificado

3. El método simplex de transporte (regla de la esquina noroeste y método de Vogel)

Módulo 3. Modelos de redes

1. El problema de la ruta más corta

CASO 12: El problema de la ruta más corta

2. El problema del flujo máximo

CASO 13: Problema del flujo máximo de agua en una red de acueductos

3. El problema de costo mínimo

CASO 14: Optimización del transporte de racimos de fruto fresco de palma de aceite en Colombia

Módulo 4. Gestión de proyectos con PERT/CPM

1. Cálculos del método de la ruta crítica (CPM)

2. Formulación de programación lineal de CPM

CASO 15: Duración del proyecto de Penonomé Inversiones

3. Redes PERT

CASO 16: Duración probabilística de un proyecto comercial

Unidad 4. Modelos determinísticos para la optimización de la producción y de la logística interna

Módulo 1. Introducción a los modelos de optimización

1. Estructura general de los modelos de optimización

2. Ventajas y desventajas

3. Proceso de validación

Módulo 2. Modelos de asignación

1. El problema genérico de asignación

CASO 17: Centro de atención telefónica de Guadalajara

2. El problema asignación de productos a plantas

CASO 18: Problema de la asignación de productos a plantas

3. El algoritmo Húngaro

Módulo 3. Optimización de la producción

1. El problema de la planificación de la producción

CASO 19: Programa maestro de producción

2. Planeación de requerimientos de materiales

CASO 20: Optimización del sistema de compras

3. Modelos de localización de plantas productivas y optimización de locales

Caso 21: Problema de la ubicación de máquinas

Módulo 4. Modelos de inventarios determinísticos

1. Componentes de los modelos de inventarios

2. Modelos determinísticos de revisión continua y periódica

CASO 22: Modelo de minimización de costos de inventarios

3. Modelos de inventario determinísticos con múltiples escalones para administrar una cadena de proveedores

Unidad 5. Modelos estocásticos

Módulo 1. Modelos con incertidumbre

1. Procesos estocásticos

CASO 23: Ejemplo de inventarios

2. Variables aleatorias y distribuciones de probabilidad

3. Modelado de simulación

Módulo 2. Pronósticos

1. Modelos de pronósticos

CASO 24: Pronóstico de mantenimiento en las fuerzas armadas colombianas

2. Suavizado exponencial en modelos de tendencia lineal

3. Errores en los pronósticos

Módulo 3. Inventarios

1. Modelo estocástico con revisión continua

CASO 25: Inventario de billetes en un cajero

2. Modelo estocástico de un solo periodo para productos perecederos

CASO 26: Sobreventa de pasajes aéreos

3. Planeación de requerimientos de materiales

Módulo 4. Líneas de espera

1. Estructura de los modelos de línea de espera

2. Modelos de líneas de espera basados en el proceso de nacimiento y muerte

3. Aplicación de modelos de decisión en líneas de espera

CASO 27: El canal de Panamá

Unidad 6. Modelos no lineales

Módulo 1. Formulación de modelos no lineales

1. Modelos no lineales

CASO 28: Localización de instalaciones

4. Formulación matemática

5. Resolución de modelos no lineales

Módulo 2. De la programación lineal a la programación no lineal

1. Restricciones no lineales

CASO 29: Fabricación de aberturas con limitaciones presupuestarias

2. Función objetivo no lineal
3. Región de soluciones factibles no convexa

Metodología

Objetivos y descripción de estrategias pedagógicas por unidad de aprendizaje:

UNIDAD 1: El método de la investigación operativa. Resultados de aprendizaje: comprensión del arte de construir modelos, su utilidad y las etapas más importantes en la construcción, validación e implementación. Identificar, analizar y comparar la diversidad de herramientas, criterios y métodos para la toma de decisiones en las empresas. Transversalmente la unidad 1 atiende a la primera fase de la metodología de resolución de problemas de la investigación operativa: formulación verbal de un problema. Estrategia de aprendizaje: exposición teórica, resolución de problemas prácticos, aproximaciones a los problemas reales a partir de relatos de problemas resueltos por los integrantes de la cátedra en su práctica profesional, foros de discusión entre pares y con los docentes. Motivar y entusiasmar, es decir, para provocar la exaltación del ánimo que se produce por algo que cautiva o que es admirado, aquello que mueve a realizar una acción, favorecer una causa o desarrollar un proyecto, el motor del comportamiento. Apuntes de cátedra con mediación específica para la logística divididos en cuatro módulos, con tres temas principales cada módulo y un control de lectura tipo verdadero y falso al final de cada módulo. Evaluación múltiple opción al finalizar la unidad.

UNIDAD 2: Programación lineal. Resultados de aprendizaje: adquirir la capacidad para formular problemas en términos matemáticos y siguiendo los lineamientos de la investigación operativa. Comprender y aplicar los métodos gráfico y simplex de programación lineal para la optimización de recursos en problemas que involucran mezcla de recursos o productos. Transversalmente la unidad 2 atiende a la segunda fase de la metodología de resolución de problemas de la investigación operativa: formulación matemática de un problema. Esta fase implica la traducción del lenguaje natural al lenguaje matemático. Estrategia de aprendizaje: Apuntes de cátedra con mediación específica para la logística divididos en cuatro módulos, con tres temas principales cada módulo y un control de lectura tipo verdadero y falso al final de cada módulo. Evaluación múltiple opción al finalizar la unidad. Apuntes de cátedra con mediación específica para la logística divididos en cuatro módulos, con tres temas principales cada módulo y un control de lectura tipo verdadero y falso al final de cada módulo. Evaluación múltiple opción al finalizar la unidad. Exposición teórica, resolución de problemas prácticos, planteo de 8 casos reales y discusión de las soluciones propuestas, análisis de resultados y reformulación de los procedimientos (durante el desarrollo de las clases y mediante foros de ECONET), los resultados se exponen verbalmente en clases. La capacidad expresiva significa un dominio del tema y de la materia discursiva y se manifiesta a través de claridad, coherencia, seguridad, riqueza, belleza en el manejo de las formas de los diferentes lenguajes. La capacidad expresiva es una conquista, a nadie se la regala graciosamente la sociedad y mucho menos la universidad. Naturalmente, el grupo y el educador son las instancias privilegiadas en la educación para la expresión. Para ello es importantísimo un ambiente sereno de escucha, que implica respeto, tolerancia y reconocimiento de los demás. Se destaca el importante valor pedagógico del silencio del educador.

UNIDAD 3: Modelos determinísticos para la gestión de proyectos y la cadena de suministros. Resultados de aprendizaje: estudio y revisión de los conceptos más importantes de transporte y redes. Utilizar modelos cuantitativos para la gestión de la cadena de suministros. Aplicación de los modelos de redes en la gestión de proyectos. Aplicar modelos cuantitativos en la planeación de un proyecto. Transversalmente la unidad 3 atiende a la tercera fase de la metodología de resolución de problemas de la investigación operativa: resolución del problema. Esta fase implica la traducción del lenguaje matemático al lenguaje computacional. Estrategia de aprendizaje: exposición teórica, resolución de problemas prácticos, planteo de 7 casos reales y discusión de las soluciones propuestas, análisis de resultados y reformulación de los procedimientos (durante el desarrollo de

las clases y mediante foros de ECONET). Promover la formulación de otros casos reales extraídos de la bibliografía de la logística o de la propia experiencia. Para ello es imprescindible la instancia de aprendizaje con el contexto: enriquecer el aprendizaje a través de la observación, de entrevistas, de interacciones, de experimentaciones, de búsqueda de fuentes de información, de participación en situaciones tanto sociales en general como profesionales.

UNIDAD 4: Modelos determinísticos para la optimización de la producción y de la logística interna. Resultados de aprendizaje: estudio de los conceptos más importantes de inventarios determinísticos y asignación de recursos, aplicación de conceptos estudiados en asignaturas anteriores respecto de la temática y resolución de modelos en los problemas más importantes de la logística relacionados con inventarios y asignación de recursos. Optimizar la operación de los servicios y la manufactura utilizando modelos cuantitativos. Utilizar la teoría de inventarios como una herramienta para la mejora competitiva de las empresas. Transversalmente la unidad 4 atiende a la cuarta fase de la metodología de resolución de problemas de la investigación operativa: validación de la solución. Estrategia de aprendizaje: exposición teórica, resolución de problemas prácticos, planteo de 6 casos reales discusión de las soluciones propuestas, análisis de resultados y planteo de conclusiones de profundidad (durante el desarrollo de las clases y mediante foros de ECONET). Generar cuestionamientos y por proponer la formulación de preguntas, fuertemente promovido en la instancia con el educador: hacia una pedagogía de la pregunta, sin llegar a ser un sembrador de incertidumbres, promover los cuestionamientos y las críticas, también alude a la emancipación de los estudiantes.

Apuntes de cátedra con mediación específica para la logística divididos en cuatro módulos, con tres temas principales cada módulo y un control de lectura tipo verdadero y falso al final de cada módulo. Evaluación múltiple opción al finalizar la unidad.

UNIDAD 5: Modelos estocásticos. Resultados de aprendizaje: estudio de los conceptos más importantes de procesos estocásticos, líneas de espera o colas, pronósticos e inventarios estocásticos. Generar pronósticos de mercado a partir de datos del pasado, aplicando series de tiempo. Transversalmente la unidad 5 atiende a la quinta fase de la metodología de resolución de problemas de la investigación operativa: implementación de la solución. Estrategia de aprendizaje: Apuntes de cátedra con mediación específica para la logística divididos en cuatro módulos, con tres temas principales cada módulo y un control de lectura tipo verdadero y falso al final de cada módulo. Evaluación múltiple opción al finalizar la unidad. Exposición teórica, resolución de problemas prácticos, formulación de 5 casos reales, en los que se deben tomar decisiones respecto del modelado a emplear y se deben discutir las estrategias de simplificación del sistema. Se llega a formular el complejo sistema del Canal de Panamá como sistema de colas estocásticas. La principal estrategia de resolución planteada es la búsqueda y discusión de modelos de artículos científicos y revistas especializadas.

UNIDAD 6: Modelos no lineales. Resultados de aprendizaje: comprensión de la no linealidad de los fenómenos y su modelado para resolución de problemas reales en la logística. Esta unidad implica el replanteo de todas las fases de la metodología de resolución de problemas de investigación operativa a partir del cuestionamiento de los supuestos empleados para la resolución. Estrategia de aprendizaje: exposición teórica, resolución de problemas prácticos, planteo de 2 casos reales. Se propone la discusión de estos casos de forma grupal. El grupo, como instancia de aprendizaje, tiene un claro sentido pedagógico, siendo el espacio donde se aprende a buscar información en forma ordenada y conjunta; a interactuar y a escuchar; a seleccionar alternativas de consenso; a imaginar caminos nuevos; a aceptar la crítica y a corregir errores. Aprender a trabajar en grupos es un objetivo en sí mismo (Litwin, 2012): enseña el valor de la ayuda, del trabajo solidario, aprender a respetar y consensuar opiniones diversas y el diseño compartido de propuestas y cursos de acción. Adicionalmente, se complementan estas estrategias con apuntes de cátedra mediados

específicamente para la logística, divididos en dos módulos, con tres temas principales cada módulo y un control de lectura tipo verdadero y falso al final de cada módulo. Evaluación múltiple opción al finalizar la unidad.

Carga Horaria por unidad de aprendizaje:

Unidad	Horas teóricas	Horas de trabajos prácticos	Horas de actividades de formación práctica	Horas de estudio	Horas de trabajo autónomo	Evaluaciones
1	4	4	6	8	7	5
2	4	6	6	8	7	5
3	4	6	6	8	7	5
4	4	6	6	8	7	5
5	4	6	6	8	7	5
6	4	4	4	8	7	3

Programa de trabajos prácticos y/o aplicaciones:

- U1. Guía de ejercicios Unidad 1 parte A: repaso de conceptos fundamentales de matemática. U1. Guía de ejercicios Unidad 1 parte B: repaso de conceptos fundamentales de matemática. U1. Foro: ¿qué es la investigación operativa?
- U2. Guía de ejercicios Unidad 2: programación lineal.
- U2. CASO 1: Maximización de beneficios de una empresa prestadora de servicios
- U2. CASO 2: Mezcla Óptima
- U2. CASO 3: El problema de la dieta
- U2. CASO 4: El problema de la contratación de personal
- U2. CASO 5: El problema de la mochila
- U2. CASO 6: Minimización/maximización de objetivo fraccionario
- U2. CASO 7: Restricciones no lineales
- U2. CASO 8: Decisiones sobre la tercerización de almacenamiento
- U3. Guía de ejercicios Unidad 3 parte A: transporte. U3. Guía de ejercicios Unidad 3 parte B: redes.
- U3. CASO 9: Red de un proyecto de construcción
- U3. CASO 10: Minimización de costos de transporte
- U3. CASO 11: Problema del despacho económico simplificado
- U3. CASO 12: El problema de la ruta más corta
- U3. CASO 13: Problema del flujo máximo de agua en una red de acueductos
- U3. CASO 14: Optimización del transporte de racimos de fruto fresco de palma de aceite en Colombia
- U3. CASO 15: Duración del proyecto de Penonomé Inversiones
- U3. CASO 16: Duración probabilística de un proyecto comercial
- U4. Guía de problemas Unidad 4: inventarios determinísticos.
- U4. CASO 17: Centro de atención telefónica de Guadalajara
- U4. CASO 18: Problema de la asignación de productos a plantas
- U4. CASO 19: Programa maestro de producción
- U4. CASO 20: Minimización del uso de combustible de una aerolínea
- U4. CASO 21: Problema de la ubicación de máquinas
- U4. CASO 22: Modelo de minimización de costos de inventarios
- U4. Foro: Validación de un modelo.
- U5. Guía de Ejercicios Unidad 5: Inventarios Estocásticos.

- U5. CASO 23: Ejemplo de inventarios
- U5. CASO 24: Pronóstico de mantenimiento en las fuerzas armadas colombianas
- U5. CASO 25: Inventario de billetes en un cajero
- U5. CASO 26: Sobreventa de pasajes aéreos
- U5. CASO 27: El canal de Panamá
- U6. CASO 28: Localización de instalaciones
- U6. CASO 29: Fabricación de aberturas con limitaciones presupuestarias
- U6. Foro: ¿Por qué la resolución de la PNL es tan sensible a los valores iniciales? U6. Foro: Replicar un modelo a partir de la literatura

Bibliografía (Obligatoria y Complementaria):

General

- a) F. Hillier & G. Lieberman (2012). Introducción a la Investigación de Operaciones. Mc Graw-Hill
- b) Eppen G.D.; Gould, F.; Schmidt, C.; Moore, J.; Weatherford, L. & Larry, R (2005). Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa. Prentice-Hall
- c) H. Taha. (2012). Investigación de Operaciones. Alfaomega.
- d) W. Winston (2005). Investigación de Operaciones. Aplicaciones y Algoritmos. International Thomson Editores

Lecturas obligatorias

- a) Baziuk, P. (2021) Investigación Operativa Aplicada a la Logística. Cuadernillos de lectura: unidades 1 a 6. Disponibles en ECONET.
- b) F. Hillier & G. Lieberman (2012). Introducción a la Investigación de Operaciones. Mc Graw-Hill. Unidad 1: Capítulos 2, Unidad 2: Capítulo 3, Unidad 3: Capítulos 8 y 9, Unidad 4: Capítulos 6 y 18 (secciones 18.1 a 18.5), Unidad 5: Capítulo 17 y 18 (secciones 18.6 y 18.7), Unidad 6: capítulo 12.
- c) Eppen G.D.; Gould, F.; Schmidt, C.; Moore, J.; Weatherford, L. & Larry, R (2005). Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa. Prentice-Hall
Unidad 1: Capítulo 10, Unidad 2: Capítulo 4, Unidad 3: ejemplo sobre planeación del transporte (páginas 226 a 232), Unidad 4: ejemplo sobre asignaciones de personal (páginas 232 a 239) y ejemplo sobre programación de operaciones con recursos limitados (páginas 403 a 407), Unidad 5: ejemplo sobre cantidad económica de pedidos de inventario (páginas 365 a 371).
- d) H. Taha. (2012). Investigación de Operaciones. Alfaomega.
Unidad 1: secciones 15.1 a 15.3, Unidad 2: Secciones 4.1 a 4.3 y sección 4.5, Unidad 3: Sección 3.6, sección 5.1 y capítulo 6, Unidad 4: sección 5.4 y sección 13.3, Unidad 5: capítulo 16 y capítulo 18.

Metodología de enseñanza y aprendizaje:

Se propone una práctica educativa basada en la creatividad para la resolución de problemas. La mayoría de los problemas del mundo real son multidisciplinarios por naturaleza y las materias actuales no son capaces de involucrar al alumno en situaciones del mundo real (Kain, 1993). Esto tiene fuertes implicancias en la forma de enseñar (Loepp, 1999): (1) en lugar de pedir a los estudiantes a seguir los pasos del procedimiento, memorizar hechos, o verificar los principios o leyes dadas, los estudiantes trabajan juntos para descubrir el conocimiento, la aplicación de sus conocimientos como los que resuelven los problemas del mundo real; (2) los profesores tienen que ser miembros de las comunidades de aprendizaje, los profesores deben trabajar con sus estudiantes en la solución de los problemas que tienen múltiples respuestas; (3) la investigación ha demostrado que el aprendizaje es un proceso social y que los estudiantes aprenden mucho al interactuar unos con otros; (4) los profesores tienen que administrar instrucciones orientadas desde la experiencia,

esto incluye el uso seguro de materiales, instrumentos, máquinas y equipos; y (5) los profesores tienen que aprender a utilizar estrategias de evaluación auténticas como portafolios, exámenes de desempeño, y rúbricas para documentar el progreso del estudiante.

La resolución de problemas en el mundo moderno no constituye únicamente una acumulación de saberes, sino estableciendo relaciones, articulando saberes y conociendo metodologías de búsqueda de información. Por eso es importante situar al estudiante frente al problema, para que pueda imaginar un escenario alternativo al que se presenta, para lograr eso el sujeto debe construir mentalmente la situación con los pros y los contra probables y posibles. Esto implica un salto cualitativo en lo cognitivo. Investigaciones modernas han establecido claramente que el contenido de la tarea, contrariamente a la suposición piagetiana y a la propia denominación del pensamiento formal, posee una influencia definitiva en la resolución final del problema.

Se adhiere a la concepción que la formación del estudiante se basa en el esfuerzo personal, la comprensión, la continuidad, el respeto y la tolerancia, como ciudadanos éticos y morales, capaces de ejercer la profesión de una manera justa y equitativa, buscando el bien común. Estamos para crecer y producir juntos. Se plantea una educación con relaciones directas, personal, con diálogo respetuoso, con escucha activa, con discusión crítica, sin solemnidad, con maestros que siguen siendo estudiantes.

En la presente propuesta pedagógica se pretende poner en relevancia la pertinencia de los contenidos y, al mismo tiempo, encontrar una fundamentación explícita para los mismos utilizando casos problemáticos que la reflejen. En este sentido, cobran una gran importancia las clases de resolución de problemas inmediatamente posteriores a las clases de teoría: es allí donde se logra el aprendizaje significativo (Ausubel, 2012). Más aún, se diluye el límite y teoría y práctica de la asignatura y se acerca la distancia a la práctica profesional del licenciado en logística.

Se propone una reorganización medular de la asignatura, basada en la experiencia personal académica y en el ejercicio de la profesión en el ámbito privado, así como las opiniones y sugerencias de los estudiantes en estos 4 años de dictado de la asignatura. De este modo se comienza la propuesta, como propone Foucault (Esquivel Marín, 2009): poniendo en crisis de forma explícita los mecanismos de transmisión del saber.

En los últimos años, y en especial el último año y medio, los estudiantes han cambiado sus formas de interactuar, de estudiar y de enfrentar las dificultades, obstáculos y frustraciones en su proceso de adaptación al aprendizaje universitario. Las últimas investigaciones indican que la generación actual de estudiantes universitarios, denominados centennials, se caracterizan por su avidez de experiencias, de viajar, de conocer personas; con una emotividad notoria a flor de piel, no titubean en expresar sus emociones a un profesor como a un compañero, de la misma manera que cuestionan dura y críticamente los contenidos, desde su utilidad hasta la forma en que son desarrollados. Son personas con gran aptitud para las tareas múltiples, aspecto muy deseado en los ámbitos laborales del licenciado en logística, pero con gran dificultad logran focalizarse en un solo objetivo.

En ese contexto, el estudio árido de la Investigación Operativa, como pariente cercana de la matemática, se podría volver inalcanzable para la mayoría. Como consecuencia podría aparecer un alejamiento inexorable entre el contenido, el profesor y el estudiante. En los 4 años de dictado de la asignatura, se implementaron una serie de recursos que han tenido muy buenos resultados, el indicador más valioso es que los estudiantes no abandonen el cursado de la asignatura como me ocurre en otras carreras donde se dicta la misma asignatura. Este trabajo es la sistematización de esos recursos en una propuesta pedagógica para la asignatura.

A lo largo de este curso se construye el significado de “investigación operativa” como un esquema sistemático y riguroso de abordaje de problemas, que parte de la formulación verbal del problema para llegar a la ejecución de las propuestas de solución. Con mucho hincapié en todas las fases de ese proceso: formulación verbal, desarrollo del modelo, resolución del modelo, validación e implementación; diferenciándose de la mayoría de los cursos y libros de Investigación Operativa que se absolutizan en los aspectos matemáticos y computacionales de la resolución de modelos.

En efecto, el licenciado en Logística es usuario de la Investigación Operativa. Por eso las fases que

más le interesarán son las de validación e implementación. Por supuesto, no tiene sentido la formulación de modelos si luego no son implementados en el mundo real. Una de las grandes moralejas que nos deja la investigación de operaciones es que la mayoría de los procesos son susceptibles de ser optimizados a través de esta observación sistemática y rigurosa del proceso y la posterior aplicación de modelos numéricos.

Investigación Operativa Aplicada es una introducción al mundo de modelación matemática desarrollando las técnicas fundamentales del modelado. A partir del cursado, se pone en evidencia que la magnitud de los procesos modernos, por la enorme cantidad de variables y restricciones no son susceptibles de ser optimizados sin una doble traducción: del lenguaje verbal al lenguaje matemático y del lenguaje matemático al lenguaje computacional.

El mayor desafío de la asignatura Investigación Operativa, como en la mayoría de las ciencias básicas de la logística, es acompañar, y al mismo tiempo promover, el desarrollo cognitivo de los estudiantes. Caracterizar al estudiante por su grado de pensamiento formal implica aceptar la jerarquía de categorías de Piaget. Sin embargo, hay autores que hablan del “pensamiento postformal”, que se caracterizaría por la posesión de un conocimiento relativo que acepta la contradicción como un aspecto de la realidad y que concibe un sistema más abierto de pensamiento, en el que se incluyen aspectos sociales y más pragmáticos que los representados por los aspectos lógicos-matemáticos del pensamiento formal. En términos de Investigación Operativa, permite la diferenciación entre una buena solución a un problema y su óptimo matemático, que equilibra los costos de obtener esa solución y los beneficios que genera, que permite extender las implicancias de su implementación por fuera del sistema donde fue modelada. Desde esta perspectiva, la dificultad de la asignatura debe ser tal que se promueva el desarrollo trabajando en la zona de desarrollo próximo que propone Vigostky (Vigotsky, 1979).

Por todo ello el objetivo pedagógico general de Investigación Operativa es establecer un espacio de interacción, cooperación e imitación, entre el estudiante y el profesor y entre los estudiantes, donde el nivel de dificultad del tema y de los ejercicios/prácticas asociadas estén en su zona de desarrollo, es decir, que no puedan ser comprendidos ni resueltos de forma autónoma, sino que requieran justamente de esa interacción y cooperación. Assmann, afirma que “los analfabetos de mañana no serán los que no aprendieron a leer y a escribir, sino los que no aprendieron a aprender” (Assmann, 2002). El nuevo contexto tecnológico de la sociedad del conocimiento convierte al “aprendizaje durante toda la vida” en un imperativo de supervivencia.

Este objetivo general está fuertemente relacionado al desarrollo de los estudiantes. Es muy importante hacer hincapié en la tercera parte del proceso enseñanza-aprendizaje-desarrollo. Un tipo de aprendizaje que produce desarrollo en un sujeto es el que se articula con los aprendizajes anteriores y con los saberes y percepciones de cada quien, que produce un crecimiento en el sentido de abrirse a otras maneras de comprender y de relacionar. A este aprendizaje Ausubel lo denomina aprendizaje significativo (Palmero, 2010).

Entonces, como primer objetivo pedagógico específico se propone motivar a los estudiantes. La motivación es primordial en el proceso de aprendizaje significativo. El estudiante puede estar interesado en aprender para superar un examen; una vez terminado, cesa la motivación; o puede mostrar una motivación vital por aprender, por el interés en el contenido que se le ofrece, para disfrutar, para utilizarlo, etc. Aprender significativamente también requiere una actitud crítica de cuestionamiento que favorezca la toma de decisiones y posibilite el planteamiento de preguntas relevantes (Moreira, 2000). No se atribuyen significados con actitudes irreflexivas y pasivas.

El segundo objetivo pedagógico específico es la exploración y reafirmación de los conocimientos previos necesarios para el desarrollo de los temas. Si se detecta que estas ideas de anclaje no están presentes en la estructura cognitiva, habrá que facilitar organizadores que permitan actuar de puente entre el individuo y el nuevo contenido para que se produzcan condiciones mínimas para un aprendizaje significativo que, de otro modo, es imposible (Palmero, 2010). Este objetivo no puede ser dado por supuestos o generalizado año tras año. Se propone un esquema de prácticas en donde se indague y apunte la solidez de los conocimientos previos.

Como tercer objetivo pedagógico específico se propone complementar el razonamiento intuitivo con el razonamiento lógico-matemático. Reflexionar en profundidad sobre los resultados de un problema es el proceso de complementación entre el razonamiento intuitivo-creativo que inició la resolución del problema, muchas veces anticipando resultados incorrectos, y el razonamiento lógico que nos lleva a realizar supuestos que nos permiten operar con el fenómeno matemáticamente y finalmente resolver el problema. El significado real para el individuo (significado psicológico) emerge cuando el significado potencial (significado lógico) del material de aprendizaje se convierte en contenido cognitivo diferenciado e idiosincrásico por haber sido relacionado, de manera substantiva y no arbitraria, e interactuado con ideas relevantes existentes en la estructura cognitiva del individuo (Ausubel, et al., 1976).

Sin esta reflexión de profundidad se corre el riesgo que el razonamiento intuitivo sea considerado ineficaz, falso y sin valor; cuando, sin embargo, es el motor de cualquier desarrollo tecnológico y el que nos permite relacionarnos y apreciar la vida.

Como cuarto objetivo pedagógico específico se plantea generar las condiciones para el desarrollo de capacidades específicas y coincidentes con el perfil del egresado. En este sentido, una de las que resulta de mayor interés en la asignatura es la profundización y articulación del lenguaje y de la fundamentación matemático-computacional, y su empleo como demostración argumentativa de una idea o propuesta.

En la búsqueda de estos objetivos hay dos factores importantes: el tiempo y el lenguaje.

En el caso del tiempo, la estructura de las carreras de asignaturas cuatrimestrales restringe bastante las posibilidades. El aprendizaje significativo no se produce instantáneamente, sino que requiere intercambio de significados y ese proceso puede ser largo (Ausubel & Sánchez Barberán, 2002). En ese sentido es que se pretende aprovechar el tiempo aumentando la frecuencia y cantidad de encuentros y ocasiones con situaciones y contenidos similares en los que los estudiantes puedan abstraer sus regularidades y atributos criteriosales definitorios (principalmente a través de ECONET). En concreto, no se propone abordar cada tema una sola vez, como tradicionalmente se hace en estos cursos, sino en acercamientos sucesivos en los que se incrementa la profundidad y dificultad. De esta forma, no solo se aprovecha mejor el tiempo para la enseñanza de los temas, sino que se espera el aprendizaje y se incrementan las posibilidades de desarrollo del estudiante. Más específicamente, se propone una Investigación Operativa que no sea un conjunto de herramientas matemático computacionales que se desarrollan en compartimentos estancos de unidades temáticas, sino la Investigación Operativa como una filosofía de trabajo, rigurosa y sistemática, de resolución de problemas.

Por otro lado, al hacer referencia al lenguaje en el sentido estricto es un facilitador importante del aprendizaje significativo y el lenguaje y la verbalización en el aula son fundamentales; y en este sentido también es interesante la reiteración de encuentros, o acercamientos, ya que aumentan la capacidad de manipulación de los conceptos y proposiciones por medio de las propiedades representacionales de las palabras. El desarrollo de la comprensión lectora, así como la escucha activa promueven una verbalización, oral o escrita, con la utilización de un lenguaje adecuado y la coherencia en el desarrollo de un tema. De la misma forma se propende a una ejemplificación y conceptualización eficiente: léxico adecuado y formulación de ideas que están encadenadas con una lógica conceptual.

Se hace referencia también al lenguaje matemático, tan importante en el desarrollo de la Investigación Operativa. La matemática también posee propiedades representacionales, por lo que también debe ponerse en juego este tipo de "diálogo", generando intercambios y negociaciones de significados. En ambos casos, como indica Palmero (2010), no podemos desenfocar las cosas y engañarnos pensando que porque conversemos mucho con el alumnado, trabajamos en la línea expuesta por Ausubel, Novak, Gowin y Moreira. Esto requiere considerar y aplicar las condiciones, principios y presupuestos que ellos han postulado.

En Investigación Operativa se utilizan tres lenguajes: el lenguaje natural (en el que vienen presentados los problemas), el lenguaje matemático (por medio del cual se representan los

problemas) y el lenguaje computacional (que permite su implementación en software específicos y su resolución automatizada).

Sistema y criterios de evaluación

Se propone una evaluación continua con la utilización de diferentes herramientas: comprobaciones de lectura tipo verdadero o falso en cada módulo, evaluaciones de múltiple opción en cada unidad, tres foros y dos exámenes parciales programados de acuerdo al calendario académico.

En todos los exámenes escritos se considerará:

- ortografía y redacción;
- la precisión de la respuesta;
- el correcto uso de los términos técnicos;
- la fundamentación adecuada de la respuesta;
- la coherencia en la exposición y/o desarrollo del escrito;
- el procedimiento en la resolución del planteo.

Requisitos para obtener la regularidad

1) Rendir dos (2) exámenes parciales individuales. Al final del cursado se podrá recuperar uno de los exámenes parciales no aprobados o no rendidos. El parcial requiere para ser aprobado como mínimo un 60 % del puntaje total. La calificación de los exámenes parciales podrá ser ponderada con los otros instrumentos de evaluación, especialmente las actividades de ECONET.

2) Asistir al 75% de las clases teórico - prácticas.

El examen integrador, previsto en la Ordenanza 18/03 CD para los alumnos que no alcanzan la regularidad durante el cursado, estará compuesto por un cuestionario teórico y resolución de problemas. Los temas de este examen incluirán los de los dos exámenes parciales.

Quien no alcanzó las condiciones de regularidad ni aprobó el examen integrador quedará en condición de libre.

Para aprobar la asignatura se requiere de una evaluación final. No está previsto régimen de promoción directa.

Requisitos para aprobación

PROMOCION. Las condiciones para promocionar la materia son: 1) haber aprobado los dos exámenes parciales con más de 80% (ochenta por ciento) del puntaje total, 2) presentar y aprobar un trabajo final de aplicación en un contexto real preferentemente empresarial en el que se aplique alguno/s de los modelos estudiados en la asignatura y que debe contener al menos los siguientes apartados: introducción, desarrollo, resultado, conclusiones y bibliografía.

La siguiente rúbrica expresa los criterios de evaluación del trabajo final:

1. Presenta el documento siguiendo las indicaciones dadas por el profesor. Excelente (10 puntos) Cumple con todas las indicaciones. Bueno (7 puntos) Cumple con todas las indicaciones excepto algunas cuestiones formales. Puede mejorar (5 puntos) Completó parcialmente las indicaciones. Debe mejorar (2 puntos) Completó menos de la mitad de las indicaciones. Insuficiente (1 punto) Respetó únicamente 1 aspecto de las indicaciones dadas.
2. Redacta un informe administrativo: Excelente (25 puntos) Analiza con profundidad las recomendaciones basadas en los resultados de el o los modelos numéricos correspondientes a las problemáticas planteadas. Bueno (20 puntos) Plantea correctamente los modelos y sus grafos. Propone una solución, analiza los supuestos, no profundiza en las recomendaciones. Puede

mejorar (12 puntos). Plantea el o los modelos numéricos con las situaciones planteadas y dibuja correctamente sus grafos si correspondiera, identifica los supuestos, no propone recomendaciones. Debe mejorar (6 puntos) Plantea el o los modelos numéricos pero con errores estructurales. No identifica los supuestos. Insuficiente (3 punto) No identifica los modelos asociados a el o los problemas planteadas, no identifica los parámetros más relevantes.

3. Analiza en profundidad el caso estudiado y sus implicancias como caso real de aplicación. Excelente (30 puntos)

Profundiza correctamente en los distintos aspectos reales del caso: aplica correctamente las fases del estudio de IO, aplica correctamente un modelo, plantea correctamente la validación e implementación. Bueno (25 puntos). Analiza correctamente los aspectos reales del caso pero omite alguna de las fases de estudio de IO. Puede mejorar (15 puntos) Existen algunos aspectos pasados por alto que sería interesante mencionar. Debe mejorar (8 puntos) Se han pasado por alto aspectos importantes del análisis. Insuficiente (4 punto) El análisis es muy general y no profundiza en los aspectos sobresalientes del caso estudiado.

4. Emplea un lenguaje matemático adecuado y las herramientas computacionales correctamente. Excelente (25 puntos)

Define adecuadamente las variables, utiliza las unidades correctas, expresa adecuadamente las ecuaciones, todo ello es traducido al lenguaje computacional de forma correcta implementando las funciones para que el software funcione eficientemente. Bueno

(20 puntos) El lenguaje computacional o su implementación en el software funcionan de una manera ineficiente. Puede mejorar (12 puntos) Implementa incorrectamente alguna de las funciones del software. Debe mejorar (6 puntos) Define incorrectamente alguna de las variables, no utiliza alguna unidad correctamente, formula incorrectamente alguna de las ecuaciones. Insuficiente (3 punto) No define las variables. No formula las ecuaciones fundamentales. No implementa las funciones más importantes del software.

5. Redacta el informe con sintaxis, gramática y ortografía adecuadas. Excelente (10 puntos) Redacta con una estructura gramatical y sintáctica adecuada, su lectura es atractiva y el lenguaje empleado tiene la profundidad técnica esperada para la asignatura. Bueno (7 puntos) Redacta con una estructura gramatical y sintáctica adecuada, pero el lenguaje empleado no tiene la profundidad técnica esperada para la asignatura. Puede mejorar (5 puntos) Redacta con algunos errores gramaticales y sintácticos que opacan la calidad del análisis realizado. Debe mejorar (2 puntos) El trabajo tiene errores gramaticales y sintácticos que hacen difícil su lectura. Insuficiente (1 punto) La estructura gramatical y sintáctica del trabajo no posee articulación. El lenguaje empleado no condice con las expectativas de la asignatura.

EXAMEN FINAL: Los exámenes son integradores, con revisión de los conceptos generales de la asignatura. Los mismos incluyen una verificación de los trabajos prácticos desarrollados durante el cursado y aspectos teóricos de diversos puntos de la asignatura relacionados con la temática. Durante el examen final se pedirá el desarrollo de uno o dos temas. En ellos se evaluará (en orden de importancia): (1) explicación del modelo, (2) aplicaciones, (3) demostraciones matemáticas y desarrollo del modelo.

En todo momento se evaluarán los siguientes puntos:

- Exactitud y precisión de los términos utilizados (utilización de terminología adecuada para la materia) y sus definiciones.
- Capacidad de síntesis, de asociar conceptos y de relacionar con otros temas.
- Capacidad de razonamiento (deducción lógica, inducción y razonamiento matemático).
- Precisión, claridad, coherencia y organización en la exposición.
- Capacidad de consulta bibliográfica

Los alumnos regulares rendirán un examen final escrito/oral. En el escrito se requiere como mínimo de un 60% del puntaje total definido para su aprobación de acuerdo a la Ord. N° 108/10-CS.

EXAMEN LIBRE: Para rendir como alumno libre se deberá considerar lo siguiente:

- Planificar rendir la materia como alumno libre de acuerdo a la programación de la Facultad.
- Tomar contacto con los Profesores de la Cátedra con la suficiente antelación para coordinar la presentación de los trabajos prácticos y la fecha del examen global. Presentar nota formal.
- Los alumnos libres deberán presentar los trabajos prácticos a la cátedra 15 días antes de la fecha del examen final debiendo exponerlos en forma oral para su aprobación. Los alumnos que superen esta instancia estarán en condiciones de rendir un examen global oral o escrito 48 horas antes de la fecha fijada para el examen final de los alumnos libres.

El examen final será rendido junto a los alumnos que rinden en condición de regular.

El examen requerirá como mínimo de un 60 % del puntaje definido para su aprobación y además un 60% del puntaje definido en los bloques y/o preguntas a desarrollar. En ese caso estarán en condiciones de rendir el examen final.

Todos los alumnos deberán aprobar el examen final para aprobar la asignatura.

Todas las instancias de evaluación requerirán para su aprobación, como mínimo de un 60 % del puntaje total definido para las mismas de acuerdo a la Ord. N° 108/10-CS.