



UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL

VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO
CENTRO DE FORMACIÓN PEDAGÓGICA Y TECNOLOGÍA EDUCATIVA
MAESTRÍA EN ENTORNOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE

PROYECTO DE INTERVENCIÓN

TÍTULO DEL PROYECTO: VIRTUALIZACIÓN DEL CURSO DE INVESTIGACIÓN
DE OPERACIONES

PREPARADO POR: DAVID ALBERTO ROJAS RODRÍGUEZ

TUTOR DEL PROYECTO: MARIELA DELAURO

AÑO: 2021

Contenido

Resumen Técnico	5
PROPUESTA DEL PROYECTO	6
1. El Problema	7
1.1. El Problema	7
1.2. Justificación	7
1.3. Contexto del Problema	7
2. Prospectiva	8
2.1. Escenario Ideal.....	8
2.2. Escenario Posible.....	9
3. Propuesta Pedagógica.....	10
4. Objetivos del proyecto	10
4.1. Objetivo general	10
4.2. Objetivos específicos.....	10
5. Resultados esperados	11
6. Aspectos Operativos.....	12
6.1. Administración.....	12
6.2. Aprendizaje y Tecnologías	12
6.3. Tutoría	15
6.4. Materiales Didácticos	16
7. Evaluación y Seguimiento del Proyecto.....	17
7.1. Antes, durante y al finalizar el proyecto.....	17
7.2. Indicadores de evaluación en cada aspecto operativo:.....	18
8. Cronograma.....	21
9. Presupuesto.....	22
10. Bibliografía.....	23
DESARROLLO DEL PROYECTO	25
1. Nombre del curso:	26
2. Selección y justificación de las herramientas tecnológicas:	26
3. Planificación de las clases.....	27
Clase 1: Diagnóstico y Programación	27
Objetivo de la clase:.....	27

Contenidos:.....	28
Bibliografía:.....	28
Recursos multimedia que utilizará:	28
Actividades	29
Foro	30
Clase 2: Modelaje en la Programación Lineal.....	30
Objetivo de la clase:.....	30
Contenidos:.....	31
Bibliografía:.....	31
Recursos multimedia que utilizará:	31
Actividades	32
Foro	33
Clase 3: Solución de Modelos Cartesianos.....	34
Objetivo de la clase:.....	34
Contenidos:.....	34
Bibliografía para esta clase.....	34
Recursos multimedia que utilizará:	34
Actividades	35
Foro	36
4. Redacción de las Clases.....	37
Clase 1: Diagnóstico y Programación	37
<i>SEAN MUY BIENVENIDOS</i>	37
Desarrollo de la Clase.....	40
Prueba de Diagnóstico.....	42
Pensemos como Programadores.....	44
Clase 2: Modelaje en la Programación Lineal	49
<i>NOS ENCONTRAMOS DE NUEVO</i>	49
<i>BIENVENIDOS A LA SEGUNDA CLASE</i>	49
Desarrollo de la Clase.....	52
Actividades Propuestas.....	55
Foro Modelado en 2D y 3D	57
Caso de Estudio.....	58

Clase 3: Modelaje en la Programación Lineal	61
<i>SEGUIMOS NUESTRO CAMINO</i>	61
<i>BIENVENIDOS A LA TERCERA CLASE</i>	61
Desarrollo de la Clase.....	63
Prototipando una Solución	65
Análisis del Método Gráfico	66
Foro Aumento de Variables	67
5. Capturas de Pantalla de las Clases.....	73
DOCUMENTOS ELABORADOS	87
Guía Didáctica.....	88
Módulo.....	97
Conclusiones.....	109

Resumen Técnico

Se propone un modelo educativo virtual adaptado a las necesidades y sobre a las posibilidades de acceso de los estudiantes de la Carrera de Administración y Gestión de la Universidad Técnica Nacional. Esto es que se ha desarrollado el curso de Investigación de Operaciones de una forma totalmente virtual mediante la plataforma Moodle, donde se gestará todo el desarrollo de la temática, evaluación y evidencia del trabajo realizado por toda la comunidad educativa que tenga acceso al curso.

La plataforma Moodle al ser la oficial de la universidad, es el medio por el cual el tutor se comunica a través de asignaciones, foros, consultas y desarrollo de los tópicos con los estudiantes, lo que en su rol concretan las actividades que servirán como promotoras del conocimiento y aprendizaje. Este proceso se ha estandarizado en busca de que el espacio y tiempo sea equilibrado tanto en temáticas como en acceso y aprendizaje de los estudiantes. Con identificadores de brechas pedagógicas, si es que éstas ocurren.

Esta implementación se convierte en una solución factible a la virtualidad a la que se ha visto sometido el sistema educativo nacional, y el éxito de este proyecto será beneficio para los estudiantes, la carrera y para la universidad, puesto que se convierte en un punto de partida de la profesionalización de la educación virtual, lo cual hasta ahora no ha sido posible, en el nivel conceptual ni en el nivel operativo.

El proyecto ha logrado el objetivo de aprovechar los recursos actuales, conjugando la virtualidad, el acceso a los dispositivos tecnológicos y las redes de comunicación para converger en una herramienta de aprendizaje virtual válida y reconocida en el sistema educativo del país.

PROPUESTA DEL PROYECTO

1. El Problema

1.1. El Problema

Particularmente este curso tiene una connotación matemática y la complejidad de los temas desarrollados ha traído un problema de aprendizaje y un rezago en la evolución de los estudiantes, esto porque a pesar de que se tiene una plataforma para la virtualidad, no contiene programas matemáticos ni complementos a instalar, que permitan desarrollar, resolver y generar toma de decisiones alrededor de los resultados matemáticos. Además, crea un desfase en los conceptos que los estudiantes deben manejar para futuros cursos y sus proyectos de graduación.

La evidencia marca una tendencia a agrandar la barrera de aprendizaje y comunicación entre profesores, estudiantes y demás involucrados, creando también una brecha en la detección de las necesidades de los estudiantes.

1.2. Justificación

Este curso se trabaja mediante técnicas fundamentales de la investigación de operaciones como parte del sistema productivo, para optimizar la producción. La aplicación de estas técnicas requiere un desarrollo matemático y un modelado de las funciones geométricas, el contar con herramientas y paneles virtuales de resolución de problemas relacionados a la programación lineal es clave para el buen desarrollo del curso y el aprendizaje óptimo de los estudiantes.

1.3. Contexto del Problema

En este caso particular los estudiantes pertenecen al curso de Investigación de Operaciones de la carrera de Administración y Gestión de Recursos Humanos, en el nivel de bachillerato, en el último cuatrimestre para obtener el grado y se clasifican dentro de la generación Z. La carrera se da en cuatro centros universitarios, dos

veces al año, dos cursos por cuatrimestre y en promedio 25 estudiantes por curso, para un total aproximado de 400 estudiantes por año. Además, el curso se imparte en dos carreras más, pero por el alcance en cada una de ellas no formarán parte de este plan piloto.

Una ventaja alrededor de esta problemática es que la Universidad con una plataforma educativa donde se imparten cursos virtuales y ha hecho esfuerzos por mejorar la capacitación docente y la accesibilidad para toda la población estudiantil. Esto hace que solamente se deba buscar las herramientas informáticas necesarias y adecuadas al contexto de los estudiantes en forma y conocimiento. Ya ha sido un tema de análisis de parte del profesor del curso en un panel con otros profesores de la carrera y por supuesto la directora de carrera, que muestra total apoyo a la implementación de las propuestas.

Por otra parte, el departamento de TI, quien tiene los lineamientos técnicos del uso de la plataforma está anuente a intervenir en el momento que sea oportuno para facilitar el trabajo de inserción y modificación de la plataforma, en caso de necesitarse.

2. Prospectiva

Se plantean dos escenarios para lograr el objetivo final de alivianar la curva de aprendizaje de las matemáticas, en relación a la solución de funciones matemáticas, problemas geométricos y programación de la producción, mediante el desarrollo de un curso basado en herramientas virtuales:

2.1. Escenario Ideal

Se tiene acceso a un software de matemáticas especializado en el dibujo técnico, el cual incluye el dibujo de gráficas a partir de las funciones matemáticas, así como el análisis posterior de las mismas, puntos de inflexión, curvas de rendimiento, máximos, mínimos y demás parámetros propios de la administración de recursos humanos. Donde el profesor y los estudiantes comparten la plataforma en tiempo real y la versatilidad de ésta permite simular manualmente de manera correcta, precisa y lógica. Se pretende que el 100% de los estudiantes cuenten con una

licencia, que contiene todas las funcionalidades del software que previamente se modela en el mercado para que satisfaga las necesidades de la población estudiantil. Además, de contar con el software ideal, la Universidad será quien provea y promueva los accesos y el hardware, como el aporte de claves seguras, computadores portátiles y red de internet de uso ilimitado. El principal obstáculo es la inversión económica en el mediano plazo que debe hacer la institución y que por la coyuntura país no se ve una proyección favorable para el presupuesto que el gobierno brindará para el periodo 2021-2022.

2.2. Escenario Posible

El escenario posible en el mediano plazo es la adaptación de la plataforma Moodle, que se utiliza actualmente en la universidad, sin embargo, funciona como una base de datos, donde se suben algunos archivos y los estudiantes los descargan. Es decir, el funcionamiento que se le da actualmente es similar a una cuenta de correo electrónico. Se pretende que dentro de la plataforma virtual de la universidad los estudiantes tengan la posibilidad de acceder a herramientas matemáticas, incrustadas o bien que sean llevados a un enlace externo (software libre).

Por lo pronto el proyecto se trabajará en la plataforma y para el próximo cuatrimestre (enero 2022) estarán listas las diversas herramientas para el desarrollo del curso. Esto gracias a que se cuenta con un servidor instalado que sobrepasa la carga actual, lo que hace que la implementación no requiera permisos o compra de espacio extra. Debido a la incertidumbre que ha creado la pandemia, se tiene proyectado seguir trabajando en la virtualidad, con las computadoras personales de cada estudiante y con acceso desde la plataforma Moodle.

Cabe destacar que la universidad está por terminar la primera etapa de construcción de su nueva sede, la cual incluyen tres laboratorios de informática donde gracias a la planificación previa, la carrera está incluida para el uso de dichos laboratorios, lo que permitirá que al volver a la presencialidad el curso se pueda seguir desarrollando desde la perspectiva planteada en este proyecto. Esta etapa de construcción estará lista para marzo del año 2022 y a partir en pleno facultades para

ser utilizada. Sin las condiciones sanitarias lo permite así se hará, de lo contrario se seguirá bajo la modalidad virtual.

3. Propuesta Pedagógica

A nivel general del planteamiento para el desarrollo de la temática de este documento y como modelo de aprendizaje se toma como referencia la línea del constructivismo sociocultural, donde se da una participación en todas direcciones de las variables instrumentos, objetos y sujetos (estudiantes y profesores). Esto es lo que se quiere con este modelo virtual, una independencia autodidacta de los estudiantes, donde la figura del profesor sea una guía, un soporte para dudas generales, sin embargo, dejando la libertad para la toma de decisiones por parte de los estudiantes.

Desde el enfoque de la interacción entre alumnos que plantean David y Roger Johnson (1999), donde existen tres aristas para evaluar el aprendizaje del estudiante, se toma el trabajo colaborativo como forma de aprendizaje, porque aparte de ser la mejor desde un punto de vista personal, permite el acercamiento en tiempos de virtualidad académica y crea una mayor proactividad en los participantes, generando mejores conocimientos.

4. Objetivos del proyecto

4.1. Objetivo general

Propiciar el uso de la tecnología en el curso de Investigación Operaciones con la utilización de plataformas virtuales de aprendizaje, convergiendo en Moodle, con aplicaciones matemáticas y de acceso universal para la población estudiantil de la Universidad Técnica Nacional, que permita el aprendizaje lineal de todos estimulando la lógica y la toma de decisiones profesionales.

4.2. Objetivos específicos

Valorar las opciones de mercado para software libres, plataformas virtuales y extensiones web, de connotación matemática situados Moodle o con accesos libres y universales, que respete los límites de privacidad de los estudiantes y la Universidad Técnica Nacional.

Analizar la población estudiantil meta de la Universidad Técnica Nacional para conocer las condiciones socioeconómicas y su capacidad adquisitiva de un ordenador de índole personal.

Realizar un plan piloto con los grupos de Investigación de Operaciones del primer cuatrimestre del año 2022, para conocer la aplicación de la metodología establecida y los resultados de aprendizaje.

Programar las interacciones de la plataforma virtual de la universidad con las extensiones y plataformas tecnológicas propuestas.

Caracterización y redacción de los espacios virtuales dentro de la plataforma que servirán de guía, desarrollo y evaluación de los temas propuestos.

5. Resultados esperados

Los resultados esperados para el análisis y sus conclusiones se proyectan entre el último cuatrimestre del año 2021 y los dos primeros cuatrimestres del año 2022, con una estructura de tres tiempos para el proyecto.

Se debe realizar una investigación que permita obtener la información, su análisis técnico, su análisis económico y las posibilidades pedagógicas de su implementación.

Es necesario mapear las diferentes generaciones de estudiantes que son parte de la carrera y las que inician la misma, para conocer la cantidad de estudiantes que eventualmente requerirán de la ayuda de la universidad para acceder a una computadora de escritorio o portátil. Esto actualmente se hace con estudiantes que no tiene la capacidad económica de obtener un dispositivo, entonces la universidad ha generado un plan de préstamos de las computadoras de los laboratorios de informática.

Se pretende que durante la etapa de pruebas se trabaje con al menos 30 (es la media de matrícula por cuatrimestre para el curso) estudiantes por cada cuatrimestre.

Por el modelo universitario del país se trabajará solamente en la sede de San Carlos para el tiempo de pruebas, ya que alinearse con las otras sedes requiere de trámites burocráticos que atrasen en aproximadamente un cuatrimestre el proyecto.

6. Aspectos Operativos

6.1. Administración

El sistema virtual, sus logaritmos y programación se encuentran a cargo del departamento de Tecnologías de Información de la universidad. La parametrización del curso se encuentra a cargo del tutor y con la previa aprobación de la dirección de carrera.

La flexibilidad de la plataforma Moodle se ha visto reflejada en la cantidad y calidad de actividades que se practican en el curso y en la carrera. A pesar de ello, es necesario un software o una aplicación matemática que permite los alcances establecidos en el programa del curso.

Lo anterior se convierte en una justificación para el proyecto. El equipo administrador del sistema Moodle tendrán a cargo el esquema técnico de implementación, en caso de necesitarlo.

El otro punto necesario es la vinculación de los lenguajes de programación con la plataforma para los temas de seguimiento y evaluación, control y fraude, que se puedan suscitar durante el desarrollo del curso en el ambiente seleccionado. Además, al ser un curso que está dentro de la malla curricular de la carrera es obligatorio para todos los estudiantes que se hayan matriculado.

6.2. Aprendizaje y Tecnologías

La tecnología que se tiene al alcance es a través de un computador personal, una Tablet o smartphone, esto porque es necesario que el diseño de las clases, lecturas, foros y demás accesos sean pensados en las diferentes configuraciones desde donde los estudiantes accedan, o al menos plataformas tecnológica lo suficientemente intuitivas y flexibles para permitir configuraciones según las interfaces de cada involucrado.

La plataforma principal es Moodle, oficial de la universidad y por tanto conocida por profesores y estudiantes desde antes de la pandemia y la virtualidad, claro de menor utilización.

Las clases como forma didáctica de aprendizaje siguen estando presentes en la Moodle de manera que cada participante puede acceder a ella, haciendo una analogía, será un libro donde se va página tras página llevando el hilo conductor de cada lectura. El objetivo es que la interacción de los estudiantes con la plataforma se aumente mediante la lectura, la práctica y el diseño de tareas.

El material adicional como apoyos, foros, blogs, etc., será subido a la plataforma y guardado en una nube colaborativa para que se pueda intercambiar información sobre tareas, entregables, comentarios, retroalimentación y temas de interés para todo el grupo.

La forma de controlar la presencia y participación de los estudiantes se realiza en la plataforma MURAL, aquí cada persona tiene un usuario con su nombre y por ende el seguimiento de su participación se realiza de acuerdo con las asignaciones propuestas.

El modelo de aprendizaje de la universidad exige tiempo presencial en donde el profesor y alumnos interactúan a través de los medios tecnológicos en tiempo real, haciendo transiciones similares a las clases presenciales. Este proceso de enseñanza de tiempo real permite que el estudiante se afiance en la plataforma para que a la hora de trabajar en casa sienta la responsabilidad de su uso y de las buenas prácticas virtuales.

Esta propuesta de aprendizaje se centra en dos aristas, la primera la utilización de medios digitales, plataformas de información, virtualidad compartida, escenarios de trabajo con una simbiosis del hombre y la máquina con sus respectivos roles establecidos y respetados, como sucede en la actualidad en la simbiosis del hombre con el hombre. A pesar de ser una tendencia que viene en un auge cada vez más acelerado desde la aparición del internet, y que por ende se tiene las proyecciones de cuando debía de suceder con una curva de aprendizaje y rendimiento precisa

para no afectar los sistemas actuales, se dio un giro inesperado en la humanidad, y ahora la exigencia de mediar en este mundo digital es un requisito de cualquier profesional.

Por esta razón es que tener una base de parametrización a nivel de software es necesario no solamente como instrumento de aprendizaje durante la formación universitaria (para este caso particular, pues debería darse desde la primaria), sino como una herramienta más para enfrentar este particular mercado laboral tan cambiante. No se puede concebir un profesional ingresando al mundo laboral donde siente fobia por los computadores, por la programación, por la sinergia laboral con las tendencias robóticas del momento. Entonces se está preparando al estudiante en el uso generalizado de herramientas virtuales, el aprendizaje individualizado llevado al trabajo conjunto, marcado por las diferencias geográficas, culturales, de idioma, incluso de pensamiento.

La segunda arista es lograr un interés por las nuevas tendencias en temas educativos que están enfrentando los tutores, en todos los niveles, el reto es generar aprendizaje en los que muchos llaman la “nueva normalidad”. Hay que asegurar que el aprendizaje planteado concuerde con el aprendizaje percibido en los estudiantes a través de los sistemas de evaluación. Esto se ha convertido en un tema más complejo porque ahora las universidades no solamente compiten con las otras universidades, sino que ahora se compite con las redes sociales, la televisión, los video juegos, los distractores en casa, la vagancia, la pereza, la desmotivación, entre otros. Y estos factores son poco controlables desde la virtualidad, he ahí la importancia de contar con un software que sea intuitivo y atractivo para los usuarios finales.

Desde la perspectiva tecnológica se creará dentro de la plataforma clases virtuales con las herramientas que provee Moodle y con la incorporación de otras plataformas con las cuales es compatible. Esto permite el uso adecuado de la plataforma en el manejo de la información junto con los procesos que acompañan el aprendizaje.

Estos programas o plataformas embebidos en Moodle les darán la independencia a las partes involucradas de gestionar su ritmo de aprendizaje, al tiempo que ejecuta

virtualmente y mantiene una comunicación constante con el tutor y sus compañeros. Dentro de los recursos propios e instalados en Moodle y que se tiene acceso por parte del tutor para la creación de material interactivo, se tienen la plataforma H5P tanto para contenido interactivo como para embeber clases, 10 diferentes opciones para gamificación, una wiki para trabajo colaborativo, diferentes opciones de chats y foros, así como los sitios de consultas, clases sincrónicas bases de datos y talleres interactivos.

Además, se cuenta con la lista de plataformas externas desarrollados en los cursos previos de la maestría, los recursos interactivos web de plataformas como Google y Safari que permiten crear contenido al tiempo que se potencian las habilidades virtuales de los estudiantes.

Para el proyecto se piensa en plataformas específicas, una de ellas GeoGebra, un Programa Dinámico para la Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas para educación en todos sus niveles. Además, se tiene previsto la utilización de un complemento matemático del paquete de Microsoft Office de uso gratuito y libre, llamado Solver.

6.3. Tutoría

La tutoría será función del profesor a cargo del curso, el cual tiene como primer objetivo implementar el término tutor, esto más allá del término, hará ver a los estudiantes la necesidad de ser autosuficientes y autodidactas en sus estudios. El tutor será un guía para lograr los objetivos planteados en el curso.

La carrera de Administración y Gestión de Recursos Humanos desde el año 2019 comenzó el trabajo a través de plataformas virtuales y cursos remotos, específicamente en la utilización de software propios de la carrera, por lo que la metodología de trabajo se ha venido reforzando durante la pandemia.

Se va a trabajar desde la coordinación junto con el departamento de talento humano en el perfil profesional del Tutor. Se apoyará en el material de esta especialización de entornos virtuales y de la experiencia que se ha tenido como estudiante.

El tutor tendrá a cargo la parametrización del curso (junto con el departamento de TI en los casos que se requiera), debe dar forma a las clases en el flujo lógico que se proyecta en el programa oficial del curso. La plataforma permite que las clases habilitadas y deshabilitadas por parte del profesor, el cual procederá de esta manera controlando los tiempos de trabajo de los estudiantes y las posibilidades que estos tengan en referencia al uso de la información. Toda coordinación está a cargo del tutor, puesto que éste es quien sabe la evolución de aprendizaje de los estudiantes y creará lo que convenga en función de que todos tengan el nivel óptimo para que puedan generar conocimiento.

El tiempo asignado para la tutoría es el 25% del total semanal disponible, equivalente a 12 horas de trabajo.

6.4. Materiales Didácticos

La utilización de los materiales didácticos se dividirá en dos, en los internos y los externos. Los internos son todos aquellos que desde la plataforma del curso se pueden acceder y descargar con facilidad, ya que están los formatos conocidos por toda la población, que requieren unos segundos para su descarga y un mínimo de espacio de almacenamiento para su dispositivo. Entre los tipos de materiales disponibles estarán las clases virtuales, los videos explicativos con configuraciones que permiten la evaluación continua, metodologías de aprendizaje donde el estudiante debe ejecutar actividades dentro de la plataforma y recursos de enseñanza mediante juegos.

Los recursos externos estarán enlazados y almacenados en la nube, para que su acceso sea rápido y ágil. Puede que sean descargables o enlaces a información en la web que por derechos de imagen o el tipo de formato no pueda descargarse en los dispositivos personales.

Hay un tercer tipo de recurso utilizado del cual no se tiene estadística, pero que por experiencia de la coordinación de carrera y el profesorado se sabe que es utilizado, en este caso es el acceso libre a internet y su información, donde las fuentes y veracidad no siempre se puede comprobar o no es válida para efectos didácticos.

Por lo que el papel del tutor se vuelve imprescindible en cuanto a la aprobación y revisión de dicho material.

Es tarea de la carrera de recursos humanos delimitar a cabalidad los alcances de cada una de las lecturas, de cada una de las actividades y del curso en general para no perderse en el mar de información que se tiene a disposición, permitiendo ambientes flexibles y adaptables en todo momento.

7. Evaluación y Seguimiento del Proyecto

7.1. Antes, durante y al finalizar el proyecto

La puesta en marcha del proyecto está determinada por una serie de variables que deben ser controladas desde la etapa inicial. Los involucrados en la creación y desarrollo, desde la investigación hasta la finalización requieren tener claro los objetivos y las posibilidades de implementación técnicas.

Por esto se estará llevando a cabo de pruebas de estudio, controlados bajo el criterio experto de los involucrados. Esto es, crear contenido de acuerdo con las especificaciones del programa del curso y la teoría propia del tema en cuestión, luego se realiza la revisión de la información y la forma en que el sistema soluciona los problemas matemáticos planteados, para finalmente determinar si las soluciones son correctas y cumplen con todos los indicadores de salida de información que se requiere.

Esto porque el curso de investigación de operaciones tiene la particularidad de que sus sistemas generan infinitas soluciones, todas posibles para la resolución del problema planteado, pero solamente una determina el objetivo de un problema específico.

Esto se debe hacer cada vez que se crea, desarrollo, caracteriza o programa una clase, que incluya o no una plataforma matemática, puesto que la teoría de los foros y clases también debe ser revisada, puesto que se convierte en el inicio del conocimiento. Este control de calidad durante el tiempo de ejecución del proyecto permite que al momento de detecta un error, se detenga la producción, se solucione y vuelva a arrancar el desarrollo, asegurando el éxito al final del mismo.

Indicadores cualitativos:

- Cumplimiento de los objetivos de desarrollo de cada tema del curso que se evaluará. Con el criterio experto del tutor y los profesores adyacentes que serán parte de la capacitación. Esto quiere decir que las aplicaciones al ser alimentadas con la información sean capaces de generar las soluciones lógicas.
- Aspecto de las interfaces de cada módulo o segmento que se ha creado en la plataforma o mediante enlaces externos. Que sea legible, con colores adecuados, letra acorde a los temas especificados.
- Acceso fácil desde cualquier dispositivo, que contenga los requisitos técnicos mínimos.

7.2. Indicadores de evaluación en cada aspecto operativo:

Se realiza un compendio de indicadores medibles y lógicos de acuerdo con la plataforma que se utiliza en la universidad y que ya han sido considerados en el proceso de lecciones aprendidas durante la transición de la presencialidad a la virtualidad.

	Indicador	Descripción
Modelo pedagógico	Calidad general del entorno	El curso posee contenido de valor; es eficiente y eficaz; versátil; fácil de manejar para el estudiante; permite la independencia y autonomía; debe ser atractivo.
	Calidad didáctica	Verifica la disponibilidad de materiales didácticos así como la versatilidad y uso correcto de éstos. Además, evalúa la calidad de contenido y las

		estrategias para motivar a los estudiantes.
El aprendizaje	Alta y acceso a la plataforma	El alumnado obtiene el alta del sistema y accede al aula virtual donde se desarrolla su curso.
	Familiarización con la plataforma	Online; el tutor/a puede ayudar a resolver las dudas del alumnado.
La tecnología	Calidad técnica	Determina la estabilidad y funcionalidad de la plataforma digital en que se imparte el curso; la correcta integración de elementos multimedia; navegabilidad, acceso y diseño amigable para el usuario.
	Accesibilidad de la interfaz	Permite interacciones de la interfaz del sistema de forma directa con todas las plataformas de los usuarios, celulares, tablets, laptop o cualquier dispositivo.
Los materiales didácticos	Carga y descarga	Permite la descarga y carga oportuna de archivos y reconocimiento de extensiones para el logro de la comunicación hacia los usuarios.
	Foros y actividades	Durante el desarrollo del curso, el tutor programa actividades de participación en grupo de forma asincrónica a través de

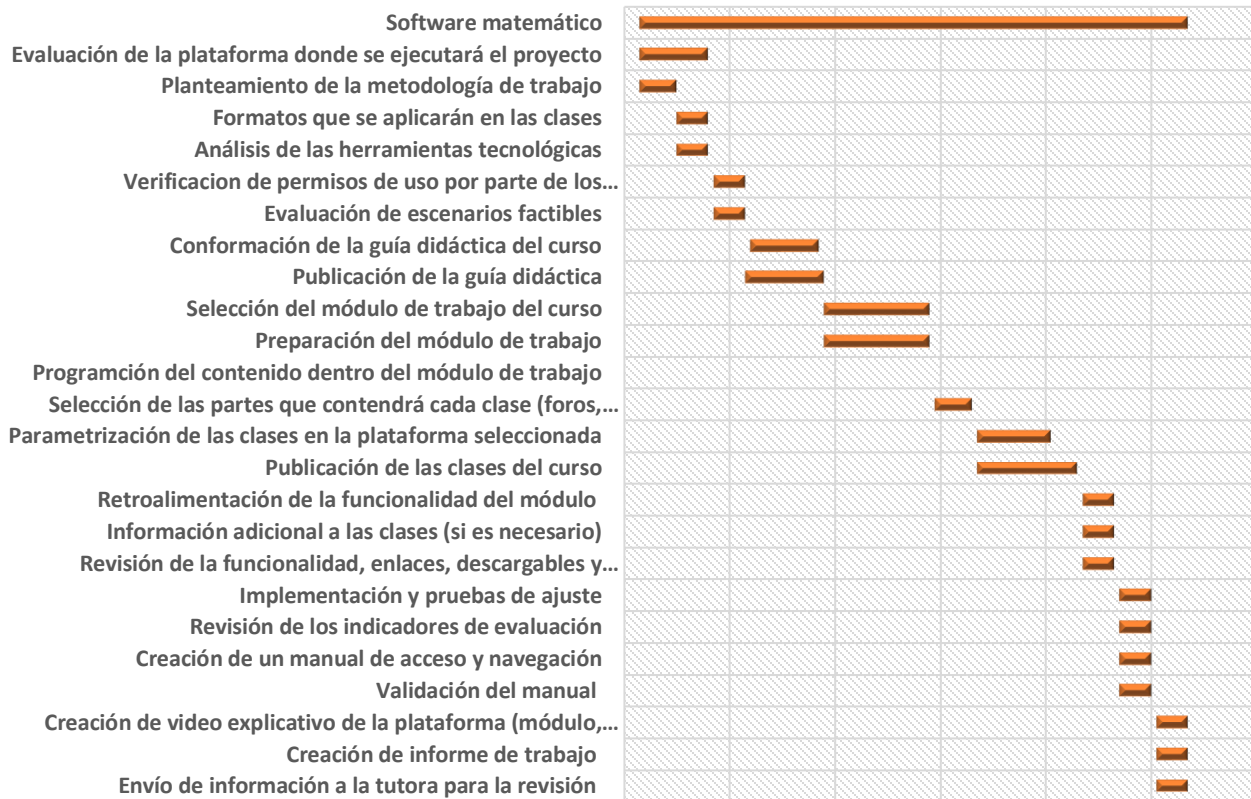
		foros y conferencias, donde se analizan temas de interés para el curso.
La tutoría	Evaluación permanente	El resultado de las evaluaciones es funcional, el tutor puede tomar decisiones a partir de la información sobre su rendimiento académico; el docente obtiene retroalimentación inmediata, clave para determinar si continúa o cambia de estrategia.
	Sistema tutorial	El alumnado dispone de un tutor/a asignado al que puede consultar por email las dudas sobre las unidades u otros temas. El tutor/a mantiene un contacto estrecho con el alumnado. Se requiere la realización de tareas que deben ser enviadas al tutor/a, éste las supervisa, las corrige e informa al alumnado de sus resultados.
La administración	Normativa y acceso	La normativa toma como referencia los niveles de reconocimiento de la formación para la empleabilidad, metodologías de aprendizaje y accesibilidad de las

	plataformas para el desarrollo de cursos virtuales.
	Permite el ingreso, eliminación y modificación de manera rápida y sencilla.

8. Cronograma

Investigación de Operaciones	Fecha inicio	Fecha final	Duración (días)
Software matemático	5/8/2021	17/11/2021	104
Evaluación de la plataforma donde se ejecutará el proyecto	5/8/2021	18/8/2021	13
Planteamiento de la metodología de trabajo	5/8/2021	12/8/2021	7
Formatos que se aplicarán en las clases	12/8/2021	18/8/2021	6
Análisis de las herramientas tecnológicas	12/8/2021	18/8/2021	6
Verificación de permisos de uso por parte de los involucrados	19/8/2021	25/8/2021	6
Evaluación de escenarios factibles	19/8/2021	25/8/2021	6
Conformación de la guía didáctica del curso	26/8/2021	8/9/2021	13
Publicación de la guía didáctica	25/8/2021	9/9/2021	15
Selección del módulo de trabajo del curso	9/9/2021	29/9/2021	20
Preparación del módulo de trabajo	9/9/2021	29/9/2021	20
Programación del contenido dentro del módulo de trabajo	29/9/2021	29/9/2021	0
Selección de las partes que contendrá cada clase (foros, wikis, clases interactiva, entregables, etc.)	30/9/2021	7/10/2021	7
Parametrización de las clases en la plataforma seleccionada	8/10/2021	22/10/2021	14
Publicación de las clases del curso	8/10/2021	27/10/2021	19
Retroalimentación de la funcionalidad del módulo	28/10/2021	3/11/2021	6
Información adicional a las clases (si es necesario)	28/10/2021	3/11/2021	6
Revisión de la funcionalidad, enlaces, descargables y navegación dentro del módulo	28/10/2021	3/11/2021	6
Implementación y pruebas de ajuste	4/11/2021	10/11/2021	6
Revisión de los indicadores de evaluación	4/11/2021	10/11/2021	6
Creación de un manual de acceso y navegación	4/11/2021	10/11/2021	6
Validación del manual	4/11/2021	10/11/2021	6
Creación de video explicativo de la plataforma (módulo, clases, etc.)	11/11/2021	17/11/2021	6
Creación de informe de trabajo	11/11/2021	17/11/2021	6
Envío de información a la tutora para la revisión	11/11/2021	17/11/2021	6

2/8/2021 22/8/2021 11/9/2021 11/10/2021 11/10/2021 11/10/2021 30/11/2021



9. Presupuesto

El departamento de carrera de Administración y Gestión Recursos Humanos cuenta con un laboratorio de computadoras portátiles, que están a disposición de los grupos de trabajo, aún en la virtualidad.

Con respecto a la obtención de software se ha valorado la adquisición de un software libre como primera opción. Además, existen convenios con la red de universidades públicas del país que cuentan con más años de experiencia en el campo por lo que se ha analizado la posibilidad de colaboración en ambos sentidos para el éxito del proyecto.

Otro dato relevante son los recortes de presupuesto en la educación universitaria pública, muy marcados en el año 2020 y la Universidad Técnica Nacional por ser la quinta y la más pequeña de la red de universidades públicas del país, es la universidad con el recorte de presupuesto más alto (en millones de colones

costarricense), esto cierra las posibilidades a una partida del presupuesto extraordinario para el proyecto.

Dentro del cuadro de gastos del proyecto se tienen los siguientes:

Rubro	Costo
Salario Tutor - 25%	₡ 116.303,75
Salario Directora de Carrera - 10%	₡ 106.521,50
Salario Coordinadora de Carrera - 10%	₡ 56.521,50
Salario Funcionario TI - 10%	₡ 86.521,50
Salario Profesor 1 - 5%	₡ 43.260,75
Salario Profesor 2 - 5%	₡ 43.260,75
Salario Profesor - 5%	₡ 43.260,75
Costo de Mantenimiento de Red	₡ 65.872,25
Costo de Redes Wi-Fi	₡ -
	₡ 561.522,75

El costo de las redes WI-Fi de la universidad no tienen costo, porque son parte del convenio municipal de las localidades en el país.

10. Bibliografía

Asisten, Gabriela, (enero 2017). Unidad II, El Docente como Administrador de su Aula (Plataforma Moodle), Instituto Latinoamericano de Desarrollo Profesional -ficha de cátedra-.

Coll, C. Mauri, T. y Onrubia, J. (2008). Los entornos virtuales de aprendizaje basados en el análisis de casos y la resolución de problemas. En Psicología de la educación virtual, editado por C. Coll y C. Monereo. España: Morata.

Cortese, H. (2014). ¿Qué son las comunidades de práctica? [Video]. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=znmRakf7OAU>, fecha de consulta: 12/07/2021.

Garduño Vera, Roberto Enseñanza virtual sobre la organización de recursos informativos digitales / Roberto Garduño Vera. - México: UNAM, Centro Universitario de Investigaciones Bibliotecológicas, 2005. xiii, 263 p. - (Sistemas Bibliotecarios de Información y Sociedad) ISBN: 970-32-3150-0.

Keller, J. (2013). Conectivismo: Una teoría de aprendizaje para la era digital. Estados Unidos: Infogram. Recuperado de: <https://infogram.com/conectivismo-una-teoria-de-aprendizaje-para-la-era-digital-1g6qo2qvwqvyp78>, fecha de consulta: 01/07/2021.

Prieto Catillo, Daniel, (agosto 2020). Unidad IV, Planificación, Seguimiento y Evaluación de Proyectos, Instituto Latinoamericano de Desarrollo Profesional -ficha de cátedra-.

Rexach, Vera, (enero 2014). Unidad I, Internet y educación, Instituto Latinoamericano de Desarrollo Profesional -ficha de cátedra-.

DESARROLLO DEL PROYECTO

1. Nombre del curso:

Investigación de Operaciones

2. Selección y justificación de las herramientas tecnológicas:

La tecnología que se tiene al alcance es a través de un computador personal, una Tablet o smartphone, empiezo por esto porque es necesario que el diseño de las clases, lecturas, foros y demás accesos sean pensados en las diferentes configuraciones desde donde los estudiantes accedan, o al menos plataformas tecnológica lo suficientemente intuitivas y flexibles para permitir configuraciones según las interfaces de cada involucrado.

La plataforma principal es Moodle, oficial de la universidad y por tanto conocida por profesores y estudiantes desde antes de la pandemia y la virtualidad, claro de menor utilización.

Las clases como forma didáctica de aprendizaje siguen estando presentes en la Moodle de manera que cada participante puede acceder a ella, haciendo una analogía, será un libro donde se va página tras página llevando el hilo conductor de cada lectura. El objetivo es que la interacción de los estudiantes con la plataforma se aumente mediante la lectura, la práctica y el diseño de tareas.

El material adicional como apoyos, foros, blogs, etc., será subido a la plataforma y guardado en una nube colaborativa para que se pueda intercambiar información sobre tareas, entregables, comentarios, retroalimentación y temas de interés para todo el grupo.

La forma de controlar la presencia y participación de los estudiantes se realiza en la plataforma MURAL, aquí cada persona tiene un usuario con su nombre y por ende el seguimiento de su participación se realiza de acuerdo con las asignaciones propuestas.

El modelo de aprendizaje de la universidad exige tiempo presencial en donde el profesor y alumnos interactúan a través de los medios tecnológicos en tiempo real, haciendo transiciones similares a las clases presenciales. Este proceso de

enseñanza de tiempo real permite que el estudiante se afiance en la plataforma para que a la hora de trabajar en casa sienta la responsabilidad de su uso y de las buenas prácticas virtuales.

3. Planificación de las clases

La temática para desarrollar en las clases responde al curso de Investigación de Operaciones, la cual cuenta con la rama de la Programación Lineal. Esta ciencia abarca diferentes formas de ver las realidades que viven las empresas a diario, y da como respuesta diferentes algoritmos matemáticos que ayudan a entender el planteamiento del problema, para luego simular los escenarios y tomar decisiones inteligentes, en función del bien de la empresa, a saber:

- Lógica matemática.
- Modelaje en Programación.
- Programación y Control.
- Sistemas de Producción Esbeltos.
- Planificación de Proyectos.
- Logística Interna y Externa.
- Desarrollo de Metodologías de Primer Grado.
- Aplicación de Geometría en Resolución de Problemas.
- Análisis de Sensibilidad.
- Toma de Decisiones.

Clase 1: Diagnóstico y Programación

Objetivo de la clase:

Establecer los conocimientos previos y actuales para colocar el contexto de trabajo idóneo que permita el inicio de la programación lineal y sus teoremas, y con el esto el mayor aprovechamiento de las aplicaciones lógicas, matemáticas y conceptuales para resolución de problemas y programación de la producción.

Contenidos:

- Modelos de investigación de operaciones.
- Aplicaciones.
- Elementos de la programación.

Bibliografía:

- Frederick S. Hiller and Gerald J. Lieberman. Introducción a la Investigación de Operaciones. Copyright © 2010 por The McGraw-Hill Companies, Inc. Todos los derechos reservados. Tomado de: https://dudasytareas.files.wordpress.com/2017/05/hillier_lieberman.pdf
- Richard B. Chase. Operations and Supply Management, Published by McGraw-Hill/Irwin, a business unit of The McGraw-Hill Companies, Inc. Copyright © MMIX by The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved. Tomado de: <https://ucreanop.com/wp-content/uploads/2020/08/Administracion-de-Operaciones-Produccion-y-Cadena-de-Suministro-13edi-Chase.pdf>
- Rojas Rodríguez, David (2021). Modelado en Programación Lineal. Versión 1.0. Universidad Técnica Nacional. Formato digital.

Recursos multimedia que utilizará:

Se presenta el video titulado “¿Qué es la programación lineal?”, donde se describe la forma general de la programación como un concepto matemático que ayuda a solucionar problemas de índole empresarial. Estas partes son esenciales para una correcta manifestación de la parte cuantitativa y la óptima solución.

- <https://www.youtube.com/watch?v=t7haNTcjMqc>

Seguidamente se encontrará con un video titulado “Introducción a la lógica matemática parte 1”. Trata los temas genéricos de la lógica que todas las personas tenemos desde nuestro nacimiento y como desarrollamos conocimientos alrededor de la misma y como percibidos los datos en situaciones de toma de decisiones.

- <https://www.youtube.com/watch?v=R3wUyIFoypE>

Actividades

- **Consignas del tema**

Como parte del modelo de desarrollo del curso, donde aprendemos haciendo, se proponen una serie de casos de aplicación a resolver, la base teórica se tiene en las clases y la resolución de cada caso se hará de acuerdo con el tema tratado. Por ejemplo, cuando se trate de ejercicios del Método Simplex se trabajará con herramienta Solver, que se encuentra en Microsoft Excel.

Una vez que se resuelve el caso, deben dar sus conclusiones con respecto a la toma de decisión en la implementación en la empresa.

- **Objetivo de la actividad:**

Establecer los lineamientos para la aplicación de la lógica en los problemas de índole matemática y álgebra simple, que ayuden a comprender el ambiente empresarial para luego tomar decisiones a raíz de la salida de resultados cuantitativos que promuevan las buenas prácticas administrativas.

- **Evaluación:**

La formulación consta de 4 pasos específicos, además de la conclusión o decisión final, alineado a los resultados obtenidos, por tanto:

Criterio	Valor porcentual
Variables de decisión	15%
Función objetivo	15%
Restricciones del sistema	25%
Restricciones de no negatividad	10%
Decisión de producción	35%

- **Plazos de entrega:**

Cada asignación tiene un plazo de 10 días naturales, a partir de la publicación en el Campus.

Foro

Según cita Thaja (2018), *“las soluciones tienen su base en las personas, y no en la tecnología. Toda solución que no tenga en cuenta al comportamiento humano probablemente fallará. Aun cuando la solución matemática del problema pudiera ser razonable, el hecho de que el equipo no perciba diferencias culturales, de comportamiento, experiencia, edades, etc., pueden llevar a tomar decisiones erradas”*.

De acuerdo con lo expresado en el párrafo anterior, comente sobre el tipo de equipo multidisciplinar necesario para el desarrollo de la investigación de operaciones, además; ¿es imprescindible seguir todas las etapas de la programación lineal?, ¿se puede omitir o cambiar el orden?, justifique su análisis.

- **Objetivo del foro:**

Realizar un análisis en grupo de las formas en que se abarca un problema de programación lineal, tomando en consideración las variables cualitativas y las variables cuantitativas, para entender el rol que juegan en el desarrollo y conclusión de un caso de estudio.

- **Plazo de participación en el foro:**

El plazo de participación es de 10 días naturales, a partir de la publicación en el Campus.

Clase 2: Modelaje en la Programación Lineal

Objetivo de la clase:

Desarrollar modelos de programación lineal para los diferentes algoritmos matemáticos de resolución de problemas, mediante la ejecución de las seis fases establecidas en la investigación de operaciones, con el fin de transformar contextos empresariales a modelos matemáticos.

Contenidos:

- Pasos para la construcción de modelos.
- Aplicación y ejemplos de la formulación de problemas.
- Desarrollo de modelos en I.O.
- Diseño de modelos cuantitativos.

Bibliografía:

- Hamdy A. Taha. Investigación de Operaciones., publicada por Pearson Education, Inc., publicada como Prentice Hall Inc., Séptima edición. Copyright © 2003. Todos los derechos reservados. Tomado de: <http://www.uenicmlk.edu.ni/img/biblioteca/Administraci%C3%B3n%20Investigaci%C3%B3n%20de%20Operaciones%20-20Hamdy%20A.%20Taha%20-%207ma%20Edici%C3%B3n.pdf>
- Rojas Rodríguez, David (2021). Modelado en Programación Lineal. Versión 1.0. Universidad Técnica Nacional. Formato digital.
- Valencia Roberto (2018). Investigación Operativa. Programación lineal, problemas resueltos con soluciones detalladas. Universidad Técnica de Ambato. Mega Graf-Ambato. Primera edición. Tomado de: <https://revistas.uta.edu.ec/Books/libros%202019/investoperativadig.pdf>

Recursos multimedia que utilizará:

La modelación es necesaria en todos los ámbitos, a continuación comprenderemos una forma de hacerlo, con la ayuda de un experto en la materia, a través del video “Investigación de Operaciones, planteamiento del modelo, programación lineal 1”, donde nos explica los primeros pasos a seguir y como diferencias la función objetivo en cuanto a valor monetario y el fin buscado.

- https://www.youtube.com/watch?v=u_ykcy1AxNE.

Además de las técnicas más utilizadas, conoceremos la del método simplex, en el siguiente video “Método simplex, programación lineal”, se explica a detalle su aplicación para modelos multivariantes, lo cual nos da una herramienta para resolver propiamente modelos de dos variables, los más comunes en nuestro curso, pero además cuando sobrepasen las dos variables. La ventaja que encontramos en la explicación es que este modelo lo podemos aplicar a otras herramientas como el Método de Transporte y Cadenas Ergódicas.

- <https://www.youtube.com/watch?v=gLLH4-3Mtw>.

Actividades

- **Consignas del tema**

Como parte del modelo de desarrollo del curso, donde aprendemos haciendo, se proponen una serie de casos de aplicación a resolver, la base teórica se tiene en las clases y la resolución de cada caso se hará de acuerdo con la herramienta propuesta.

Dado que una herramienta puede resolver problemas diversos, siga correctamente las instrucciones para aprovechar el tiempo y obtener resultados que demuestren la realidad de la empresa.

- **Objetivo de la actividad:**

Resolver contextos empresariales mediante la formulación de modelos de problemas de programación lineal, que respondan a las necesidades de la programación de la producción, con el fin de que estas simulaciones apoyen la toma de decisiones de puesta en marcha dentro del ámbito empresarial.

- **Evaluación:**

La formulación consta de 4 pasos específicos, además de la conclusión o decisión final, alineado a los resultados obtenidos, por tanto:

Criterio	Valor porcentual
----------	------------------

Variables de decisión	15%
Función objetivo	15%
Restricciones del sistema	25%
Restricciones de no negatividad	10%
Decisión de producción	35%

- **Plazos de entrega:**

Cada asignación tiene un plazo de 10 días naturales, a partir de la publicación en el Campus.

Foro

Se dice que el modelado en la Investigación de Operaciones es su esencia, sin embargo, en la práctica existen problemas que permiten su resolución sin haber planteado un modelo previo. Son dos corrientes que a pesar de que se anteponen conceptualmente, llevan a los mismos resultados, en la solución de un caso en específico.

¿Es imperativo que todo problema de programación lineal sea planteado mediante un modelo?, basado en la experiencia profesional y académica, ¿Cuáles son las repercusiones de omitir el modelo dentro de nuestras empresas en la solución de problemas?

Plantee sus consideraciones y demuestre mediante ejemplos reales, esos planteamientos.

- **Objetivo del foro:**

Evaluar las bondades y los contras de la modelación en la resolución de casos de la programación lineal, como una herramienta que antecede toda toma de decisión y que permite simular diferentes escenarios ante de la puesta en marcha.

- **Plazo de participación en el foro:**

El plazo de participación es de 10 días naturales, a partir de la publicación en el Campus.

Clase 3: Solución de Modelos Cartesianos

Objetivo de la clase:

Resolver modelos matemáticos de programación lineal mediante el Método Gráfico, de manera que pueda construir las gráficas, la región factible y determinar los puntos que maximizan o minimizan la función objetivo de la problemática planteada.

Contenidos:

- Construcciones de modelos gráficos.
- Soluciones del método gráfico.
- Soluciones óptimas, únicas e infinitas.

Bibliografía para esta clase

- Frederick S. Hiller and Gerald J. Lieberman. Introducción a la Investigación de Operaciones. Copyright © 2010 por The McGraw-Hill Companies, Inc. Todos los derechos reservados. Tomado de: https://dudasytareas.files.wordpress.com/2017/05/hillier_lieberman.pdf
- Rojas Rodríguez, David (2021). Modelado en Programación Lineal. Versión 1.0. Universidad Técnica Nacional. Formato digital.
- Valencia Roberto (2018). Investigación Operativa. Programación lineal, problemas resueltos con soluciones detalladas. Universidad Técnica de Ambato. Mega Graf-Ambato. Primera edición. Tomado de: <https://revistas.uta.edu.ec/Books/libros%202019/investoperativadig.pdf>

Recursos multimedia que utilizará:

El método gráfico es el más exacto en cuanto a la salida de datos y la confiabilidad que podemos de ellos, el siguiente video “Resolver sistemas de ecuaciones, método de graficación”, explica el paso a paso que debemos seguir para una utilización eficiente del modelo. Además, cabe resaltar que este procedimiento único es tan

mecánico como se explica, es decir, que una vez entendido este video, la futura resolución de problemas está marcada por la plantilla aquí mostrada.

- <https://www.youtube.com/watch?v=xla02Y99Ngw>.

Ahora pensemos, que podría pasar cuando el método gráfico, demuestra su validez. Pues el siguiente el video “Programación lineal, método gráfico”, explicado desde la óptima geométrica. Se puede observar la construcción de cada una de las rectas que llegan a conformar las regiones con los valores solución al problema.

También permite la consecución de puntos de máximos y mínimos, los vértices de corte que llegan a poner en perspectiva aquellas zonas que a nivel empresarial son las de mayor estudio y utilidad.

- <https://www.youtube.com/watch?v=mx2EkMGmPnw>.

Actividades

- **Consignas del tema:**

Como parte del modelo de desarrollo del curso, donde aprendemos haciendo, se proponen una serie de casos de aplicación a resolver, la base teórica se tiene en las clases y la resolución de cada caso se hará de acuerdo con el tema tratado.

Para esta etapa se pide trabajar con las tablas específicas del método simplex y los planos cartesianos (estos se trabajarán en papel y de manera digital). Ya que son las únicas dos formas permitidas para dar respuesta a los contextos de trabajo expuestos.

- **Objetivo de esta actividad:**

Resolver problemas de programación que presentan dos variables de decisión dentro del primer grado exponencial, mediante la resolución de planos cartesianos con el fin de obtener los valores solución que ayuden a conseguir los objetivos de producción.

- **Evaluación:**

La formulación consta de 4 pasos específicos, además de la conclusión o decisión final, alineado a los resultados obtenidos, por tanto:

Criterio	Valor porcentual
Variables de decisión	15%
Función objetivo	15%
Restricciones del sistema	25%
Restricciones de no negatividad	10%
Decisión de producción	35%

- **Plazos de entrega:**

Cada asignación tiene un plazo de 10 días naturales, a partir de la publicación en el Campus.

Foro

Cuando resolvemos un modelo cartesiano, obtenemos valores solamente para dos variables de decisión, puesto que se trabaja en dos dimensiones. Sin embargo, la geometría nos permite graficar en tres dimensiones, lo cual añade una variable más al contexto de trabajo y aumenta las posibilidades de decisión.

¿Qué pasa si aumentamos a tres las variables de decisión en los problemas de modelos cartesianos?, ¿los resultados son fiables?

Realice las simulaciones en las plantillas de los planos cartesianos, y de acuerdo a sus resultados exponga sus ideas sobre la implementación o derogación de esta hipótesis de trabajo.

- **Objetivo del foro:**

Crear regiones factibles en el plano cartesiano de dos dimensiones y tres dimensiones, inclusive. Con la metodología propuesta de programación lineal, para

conocer la variabilidad de los resultados y el impacto en los procesos que esta pueda generar.

- **Plazo de participación en el foro:**

El plazo de participación es de 10 días naturales, a partir de la publicación en el Campus.

4. Redacción de las Clases

Clase 1: Diagnóstico y Programación


SEAN MUY BIENVENIDOS


Siéntase como en casa, como en su red social más divertida, en la que navegan, conocen el contexto y aprenden. Así es, les doy las más calurosa bienvenida a nuestra primera clase. Aquí será nuestro espacio de diversión y trabajo, nos encontramos en un camino lleno de retos, pero que con el ímpetu y la determinación de todos los miembros del grupo, saldremos adelante.


Dentro de este camino nos encontraremos con lecturas, videos, enlaces, etiquetas, y todo aquello que refuerce el conocimiento y sea parte de la formación necesaria para este curso.

Ahora que están, es importante resaltar que su participación es obligatoria en cada uno de los espacios, el monitoreo, agenda y resolución es responsabilidad de cada uno, por ello les invito a tener un ingreso mínimo de intentos a la plataforma. Los lunes será la publicación del material de la clase, la segunda publicación serán los jueves, cuando ya hayan leído y estén en posición de hacer frente a las consignas propuestas.

Si están pensando en la comunicación constante, pues bueno, les ofrezco una serie de alternativas dentro de la plataforma, que son útiles y fáciles de usar, especiales para cerrar las brechas y aumentar la confianza entre el equipo. Estas herramientas son los foros, cada uno de ellos con un determinado objetivo para la clase.

 El primero se trata del **Foro presentación**, el cual estará disponible durante las dos primeras semanas de clases y se cerrará al segundo domingo después de abierto, esto quiere decir que tienen todos estos días para entrar, presentarse, preguntar y compartir. Una vez cerrado el mismo no podrán participar más. Es un foro de participación obligatoria.

 Luego tenemos el **Foro de Consultas**, la disponibilidad de este foro es durante todo el curso y será el medio principal de resolución de consultas, es necesaria y obligatoria su utilización porque es el medio oficial que tendrá el tutor para evacuar las dudas que se puedan presentar, además bajo el modelo solitario una consulta de una persona se convierte en la retroalimentación para todo el grupo.

 Por último tenemos el **Foro Cafetería**, aquí tendremos comunicaciones informales, en donde se compartan anécdotas, saludas y exista un medio de comunicación a lo largo del curso de una manera cordial. Aprovechen este foro porque la experiencia nos dice que de aquí se gestan grandes ideas. Por ejemplo, la conformación de grupos entre compañeras y compañeros se gestiona en este foro.

Nunca está de más decir que debemos seguir las Normas de Netiqueta y mantener siempre una actitud amable para con los demás participantes. Esperando que esta clase nos traiga mucho aprendizaje y les aporte a sus vidas profesionales y personales.

Cuentan con el Módulo del curso, donde se hace una descripción a modo de resumen de lo más relevante de la clase.

-
- Foro Presentación
 - Foro Consultas
 - Foro Cafetería
 - Desarrollo del Módulo

Introducción

Federal Express (FedEx) es la compañía de transporte de paquetes más grande del mundo. Cada día de trabajo entrega más de 6.5 millones de documentos, paquetes y otros artículos a través de Estados Unidos y más de 220 países y territorios alrededor del mundo. En algunos casos, la entrega de estos embarques está garantizada para el día siguiente a las 10:30 a.m.

Los desafíos logísticos que implica proporcionar este servicio son extraordinarios. Los millones de embarques diarios deben ordenarse y ponerse en ruta de manera individual hacia la ubicación general correcta para después ser entregados en el destino exacto en un tiempo sorprendentemente breve.

Ilustración 1: Captura de pantalla de la plataforma Moodle



¿Cómo es esto posible?

La investigación de operaciones es el motor tecnológico que impulsa a esta compañía. Desde su fundación en 1973, la IO le ha ayudado a tomar sus decisiones de negocios más importantes, entre ellas inversiones en equipo, estructura de rutas, programación, finanzas y ubicación de instalaciones. Después de que la IO recibió el crédito por salvar a la compañía durante sus primeros años, se volvió una costumbre tener una representación de IO en las reuniones de la alta dirección y, en realidad, algunos de los vicepresidentes corporativos han surgido del destacable grupo de IO de FedEx.

FedEx ha sido reconocida como una compañía de clase mundial. De manera rutinaria se encuentra entre las mejores compañías de la lista anual de *Fortune Magazine* de “Las Compañías más Admiradas del Mundo”. También fue la primera

ganadora del prestigioso premio que ahora se conoce como INFORMS, el cual se otorga todos los años por la eficaz y repetida integración de la IO en la toma de decisiones de la organización en formas originales, variadas, novedosas y duraderas.¹

Desarrollo de la Clase

El estudio de los conceptos matemáticas es una clave para el buen desarrollo de la clase y recordemos que en las ciencias naturales existen fórmulas, teoremas y corolarios que al haber sido demostrados, su aplicación es exacta.

Dentro de los contenidos a desarrollar en esta clase, están los siguientes:

- Modelos de investigación de operaciones.
- Aplicaciones.
- Elementos de la programación.

Se presenta el video titulado “¿Qué es la programación lineal?”, donde se describe la forma general de lo programación como un concepto matemático que ayuda a solucionar problemas de índole empresarial. Estas partes son esenciales para una correcta manifestación de la parte cuantitativa y la óptima solución.

¹ Fuente: R. O. Mason, J. L. McKenney, W. Carlson y D. Copeland, “Absolutely, Positively Operations Research: The Federal Express Story”, *Interfaces*, **27**(2): 17-36, marzo-abril de 1997.

Ilustración 2: Captura de pantalla de la plataforma Moodle

Desarrollo de la Clase

El estudio de los conceptos matemáticas, es una clave para el buen desarrollo de la clase y recordemos que en las ciencias naturales existen formulas, teoremas y corolarios que al haber sido demostrados, su aplicación es exacta.

Dentro de los contenidos a desarrollar en esta clase, están los siguientes:

- Modelos de Investigación de operaciones.
- Aplicaciones.
- Elementos de la programación.

Se presenta el video titulado "¿Qué es la programación lineal?", donde se describe la forma general de la programación como un concepto matemático que ayuda a solucionar problemas de índole empresarial. Estas partes son esenciales para una correcta manifestación de la parte cuantitativa y la óptima solución.



Con el video anterior damos una primera mirada a lo que nos encontraremos en el curso. Pero antes establezcamos algunas directrices de desarrollo para el buen entendimiento y control de la clase.

El objetivo de la clase:

Establecer los conocimientos previos y actuales para colocar el contexto de trabajo idóneo que permita el inicio de la programación lineal y sus teoremas, y con el esto el mayor aprovechamiento de las aplicaciones lógicas, matemáticas y conceptuales para resolución de problemas y programación de la producción.

Durante esta clase vamos a trabajar en torno a los siguientes contenidos:

- Modelos de investigación de operaciones.
- Aplicaciones.
- Elementos de la programación.

Después de haber aclarado los conceptos generales en el video sobre Programación Lineal y antes de comenzar a desarrollar formulaciones específicas de la clase, daremos un repaso por conceptos de algebra y geometría, que previamente han sido estudiados por todos ustedes, pasando por la secundaria y reforzados en los cursos de Estadística y Matemáticas I de la currícula de la carrera.

Para lo cual se aplicará una prueba diagnóstica, que cada persona debe resolver de manera individual y en un tiempo límite, ajustado de acuerdo con la complejidad de cada ejercicio.

Diríjase a la sección **Prueba de Diagnóstico**, descargue, resuelva y sube su prueba en el tiempo establecido por favor. Además, lea cuidadosamente las indicaciones y recomendaciones de resolución antes de empezar la prueba.

Prueba de Diagnóstico

Un placer contar con ustedes como parte del grupo de trabajo que desarrollaremos los temas concernientes a la Investigación de Operaciones. Para empezar vamos a colocarnos en el tiempo y espacio correcto, con esto me refiero a que lo primero es realizar un diagnóstico, que servirá para tener una perspectiva de la actualidad en cuanto a los conocimientos básicos de lógica, geometría, álgebra y toma de decisiones. No es nada más que aplicar lo que ya saben, no hay que estudiar ni buscar fórmulas, solamente confiar en sus conocimientos.

Ilustración 3: Captura de pantalla de la plataforma Moodle

The screenshot shows a Moodle course page for 'Álgebra Lineal'. At the top, the user's name 'David Alberto Rojas Rodríguez' is displayed. Below it, the breadcrumb trail reads: 'Área personal / Mis cursos / MEVA21-DR / Prueba de Diagnóstico / Álgebra Lineal'. The course title 'Álgebra Lineal' is prominently displayed with a gear icon for settings. Course dates are listed: 'Abiertos: lunes, 18 de octubre de 2021, 00:00' and 'Pendiente: lunes, 13 de diciembre de 2021, 00:00'. A paragraph of text provides instructions for the diagnostic test, emphasizing the use of reference material and the goal of understanding the process. Below this, a PDF file 'Diagnóstico de Programación Lineal.pdf' is shown with a download icon and the date '18 de octubre de 2021, 15:21'. The section 'Sumario de calificaciones' contains a table with the following data:

No mostrado a los estudiantes	
Participantes	1
Borradores	0
14#section-0	0

Para lo cual se le pide resolver las siguientes asignaciones, el primer reto es un diagnóstico referente a conceptos algebraicos básicos. Tiene un valor porcentual para la nota del curso, y dos posibilidades de repetirlo, para lo cual se toma el valor de la nota mayor. Esta prueba se convierte en el punto de partida de los temas que se desarrollarán durante este curso de Investigación de Operaciones y son la base de la programación lineal y la resolución de sistemas de ecuaciones e inecuaciones.

Álgebra Lineal

- **Abiertos:** lunes, 18 de octubre de 2021, 00:00
- **Pendiente:** lunes, 13 de diciembre de 2021, 00:00

Seguidamente se encontrará con un video titulado “Introducción a la lógica matemática parte 1”. Trata los temas genéricos de la lógica que todas las personas tenemos desde nuestro nacimiento y como desarrollamos conocimientos alrededor de la misma y como percibidos los datos en situaciones de toma de decisiones.

Ilustración 4: Captura de pantalla de la plataforma Moodle



Las partes que conforman un ejercicio de programación lineal, están muy bien identificadas tanto en forma como en funcionamiento, para conocer más a fondo la participación de cada una de ellas dentro del contexto empresarial, tienen el libro

titulado de Pensemos como Programadores, donde se encuentra la información necesaria del paso a paso y las estructuras lógicas y generales.

Pensemos como Programadores

Las siguientes actividades, pretenden retroalimentar, esta vez con una base teórica fuerte que ayudará en la resolución de la actividad planteada. Nada más y nada menos que ya estamos en el camino de la programación, de cualquier tipo, desde algoritmos sencillos de dos variables, hasta lenguajes complejos de programación de software, pero no nos asusta, porque como ya comprobamos, el método, el esquema y los algoritmos se comportan de la misma manera en su concepción.

Ilustración 5: Captura de pantalla de la plataforma Moodle

The screenshot shows a Moodle course page for 'David Alberto Rojas Rodríguez'. The breadcrumb trail is: Área personal / Mis cursos / MEVA21-DR / Prueba de Diagnóstico / Pensemos como Programadores. There is an 'Activar edición' button in the top right. The main content area is titled 'Pensemos como Programadores' and contains a section '1. Pensemos como programadores'. The text in this section discusses the use of mathematical modeling in operations research, specifically a travel problem between Fayetteville (FYV) and Denver (DEN). It mentions a \$400 round-trip ticket with a 20% discount for weekend travel and a 75% cost for one-way travel. A table of contents on the right lists five items: 1. Pensemos como programadores, 2. ¿Cómo debe comprar los boletos para el periodo de cinco semanas?, 3. Ejemplificando la programación, 4. Los Intervalos del Gráfico, and 5. La Factibilidad. At the bottom, there are navigation links for 'Álgebra Lineal' and 'Prueba de Lógica', with a search bar in between.

Ilustración 6: Captura de pantalla de la plataforma Moodle

 Pensemos como Programadores

Las siguientes actividades, pretenden retroalimentar, esta vez con una base teórica fuerte que ayudará en la resolución de la actividad planteada. Nada más y nada menos que ya estamos en el camino de la programación, de cualquier tipo, desde algoritmos sencillos de dos variables, hasta lenguajes complejos de programación de software, pero no nos asusta, porque como ya comprobamos, el método, el esquema y los algoritmos se comportan de la misma manera en su concepción.



Cuando se trata de lineamientos matemáticos, requiere de conocimientos previos, experiencia, madurez intelectual y mucha concentración, esto con el objetivo de tomar decisiones basadas en números y herramientas con algoritmos potentes en la resolución de problemas. Por esta razón, debe ir a la sección de **Prueba de Lógica** y descargar el archivo que contiene la asignación sobre la programación lógica. Dicha actividad tiene una duración de 10 días hábiles para ser subida en el espacio habilitado para dicho fin.

Ilustración 7: Captura de pantalla de la plataforma Moodle

David Alberto Rojas Rodríguez

Área personal / Mis cursos / MEVA21-DR / Prueba de Diagnóstico / Prueba de Lógica

Prueba de Lógica

Abiertos: lunes, 18 de octubre de 2021, 00:00
Pendiente: sábado, 18 de diciembre de 2021, 00:00

El objetivo de esta actividad es establecer los lineamientos para la aplicación de la lógica en los problemas de índole matemática y álgebra simple, que ayuden a comprender el ambiente empresarial para luego tomar decisiones a raíz de la salida de resultados cuantitativos que promuevan las buenas prácticas administrativas.

 Prueba Lógica.pdf 18 de octubre de 2021, 15:57

Sumario de calificaciones

No mostrado a los estudiantes	No
Participantes	1
Enviados	0
Pendientes por calificar	0
Tiempo restante	60 días 6 horas

Además tenemos la sección del Foro Compartido, donde estableceremos los puntos de vista de cada uno, de acuerdo con el aprendizaje que ha tenido hasta ahora, no solamente dando sus conclusiones, sino que creando un debate sobre las respuestas de los demás integrantes, de forma que podamos llegar a un consenso general del tema principal que se plantea.

Para ellos vayan a la sección **Foro sobre Programación** y comiencen a trabajar. Dentro del mismo se encontrarán con las indicaciones generales.

Ilustración 8: Captura de pantalla de la plataforma Moodle

The screenshot shows a Moodle forum page for 'David Alberto Rojas Rodríguez'. The breadcrumb trail is 'Área personal / Mis cursos / MEVA21-DR / Prueba de Diagnóstico / Foro sobre Programación'. There is a search bar with the text 'Buscar en los foros'. The forum title is 'Foro sobre Programación' with a settings icon. The deadline is 'Vencimiento: lunes, 18 de octubre de 2021, 15:52'. The main text of the forum post reads: 'Se expone el siguiente pensamiento de unos de los "padres" de la Programación Lineal. Según cita Thaja (2018), "las soluciones tienen su base en las personas, y no en la tecnología. Toda solución que no tenga en cuenta al comportamiento humano probablemente fallará. Aun cuando la solución matemática del problema pudiera ser razonable, el hecho de que el equipo no perciba diferencias culturales, de comportamiento, experiencia, edades, etc., pueden llevar a tomar decisiones erradas". De acuerdo con lo expresado en el párrafo anterior, su experiencia, conocimientos y los aportes de los demás integrantes del grupo, analice sobre lo que expone Thaja (2018), además determine los lineamientos y el tipo de equipo multidisciplinar necesario para el desarrollo de la Investigación de Operaciones en las empresas actuales. Como ayuda para sus consideraciones tome en cuenta las siguientes interrogantes: • ¿Es imprescindible seguir todas las etapas de la programación lineal?, ¿se puede omitir o cambiar el orden?, justifique su análisis. Es importante que siga las instrucciones para un buen desarrollo del foro y por respeto a los demás integrantes del grupo de trabajo. • La participación es obligatoria, la ausencia injustificada o dejar incompletas las asignaciones es suficiente para que pierda el puntaje del foro, es decir, solo se aceptan y califican participaciones totales. Para lo cual se explican los demás lineamientos de participación. • Debe realizar al menos una intervención original, donde sus planteamientos son basados en sus conocimientos y aptitudes. Se permite la utilización de cualquier material extra que complemente su comentario sobre el tema, pueden ser gráficos, noticias, manuales de puesto, etc. Si lo hacen deben referenciar de la forma correcta. • Debe realizar al menos una intervención o seguimiento de otro integrante del grupo, que aporte a la idea principal o en su defecto que cuestione el planteamiento del otro integrante. • Si un integrante realiza una pregunta específica a otro integrante, automáticamente el segundo está en la obligación de dar respuesta. En caso de que no tenga una respuesta para la pregunta, lo expresa en el foro y da paso para que otro integrante pueda responder, si esto sucede el tercer integrante que ha contestado será merecedor del porcentaje de

Como parte del grupo de trabajo del curso de Investigación de Operaciones ha adquirido conocimientos específicos, además de la formación previa en los cursos que anteceden a éste. Hemos llegado a un punto de discusión de resultados, análisis de teorías y cuestionamiento de planteamientos.

Prueba de Lógica

- **Abiertos:** lunes, 18 de octubre de 2021, 00:00
- **Pendiente:** sábado, 18 de diciembre de 2021, 00:00


Foro sobre Programación


- **Vencimiento: lunes, 18 de octubre de 2021, 15:52**

Ilustración 9: Captura de pantalla de la plataforma Moodle

Para ellos vayan a la sección **Foro sobre Programación** y comiencen a trabajar. Dentro del mismo se encontrarán con las indicaciones generales.

Como parte del grupo de trabajo del curso de Investigación de Operaciones ha adquirido conocimientos específicos, además de la formación previa en los cursos que anteceden a éste. Hemos llegado a un punto de discusión de resultados, análisis de teorías y cuestionamiento de planteamientos.

 Prueba de Lógica
Abiertos: lunes, 18 de octubre de 2021, 00:00
Pendiente: sábado, 18 de diciembre de 2021, 00:00

 Foro sobre Programación
Vencimiento: lunes, 18 de octubre de 2021, 15:52

La tabla de evaluación para la prueba lógica consta de los siguientes ítems, los cuales tienen una calificación de igual por el éxito de cada uno de ellos. Se califica como bueno o malo cada uno de los ítems, esto porque al ser una prueba de lógica, no queda espacio para las especulaciones. Cada ítem tiene un valor de cinco puntos (5 pts.), distribuidos de la siguiente manera:

Criterio	Valor porcentual
Variables de decisión	15%
Función objetivo	15%
Restricciones del sistema	25%
Restricciones de no negatividad	10%
Decisión de producción	35%

La bibliografía obligatoria y complementaria es la siguiente:

Ilustración 10: Captura de pantalla de la plataforma Moodle

La bibliografía propuesta para la clase es la siguiente:

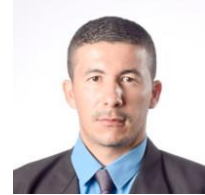


- INTRODUCCIÓN A LA LÓGICA MATEMÁTICA. (2019, 10 septiembre). [Vídeo].
YouTube. <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=R3wUyIFoyE>.
- Rojas Rodríguez, David (2021). Modelado en Programación Lineal. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Técnica Nacional. Alajuela, Costa Rica.
- ¿QUÉ ES LA PROGRAMACIÓN LINEAL? (2014, 13 noviembre). [Vídeo].
YouTube. <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=t7haNTcjMqc>.

La bibliografía opcional propuesta es la siguiente:

- Hamdy A. Taha. Investigación de Operaciones., publicada por Pearson Education, Inc., publicada como Prentice Hall Inc., Séptima edición. Copyright © 2003. Todos los derechos reservados. Tomado de: <http://www.uenicmlk.edu.ni/img/biblioteca/Administraci%C3%B3n%20Inves%20gaci%C3%B3n%20de%20Operaciones%20-20Hamdy%20A.%20Taha%20-%207ma%20Edici%C3%B3n.pdf>.
- Valencia Roberto (2018). Investigación Operativa. Programación lineal, problemas resueltos con soluciones detalladas. Universidad Técnica de Ambato. Mega Graf-Ambato. Primera edición. Tomado de: <https://revistas.uta.edu.ec/Books/libros%202019/investoperativadig.pdf>.

Espero que se hayan divertido, hayan aprendido y sobre todo, tengan más ganas de seguir adelante, pues aún nos falta mucho por descubrir, y nada mejor que hacerlo en equipo.



Muy atento a ustedes

Ing. David Rojas Rodríguez M. Eng.

Tutor del Curso

Clase 2: Modelaje en la Programación Lineal

NOS ENCONTRAMOS DE NUEVO...

BIENVENIDOS A LA SEGUNDA CLASE

Nos encontramos de nuevo, es una buena señal, de parte de su tutor reciban una cordial bienvenida, con la confianza y comunicación que hemos practicado hasta el momento, nos adentraremos en nuevos conceptos y por ende nuevos retos.

Después de la introducción del curso, en la primera clase. Ahora nos sentimos mejor, ya entendemos el trasfondo de los que es la Investigación de Operaciones, y esto nos pone en una clara ventaja para lo que encontraremos en esta segunda clase.

Nuestro objetivo de clase será comprender las partes que conforman un modelo de programación lineal y como se arman dichas partes, esto quiere decir que tomaremos contextos empresariales, datos cuantitativos para convertirlos en sistemas matemáticos compuestos por inecuaciones, ecuaciones, diagramas y

definición de variables. Una vez que se logre esto, el siguiente paso que se encontrarán en la clase tercera, será como resolver estos modelos, y con ello generar decisiones gerenciales y medidas de producción en función de los objetivos económicos y de mercado de las empresas.

Además, recuerden que tenemos dos foros que sirven como vías de comunicación para las consultas que van surgiendo durante la clase. Así como el foro informal de cafetería donde armamos grupos de trabajo, enlazamos noticias de interés y posteamos temas diversos.

-
- Foro Consultas
 - Foro Cafetería
 - Desarrollo del Módulo

Introducción

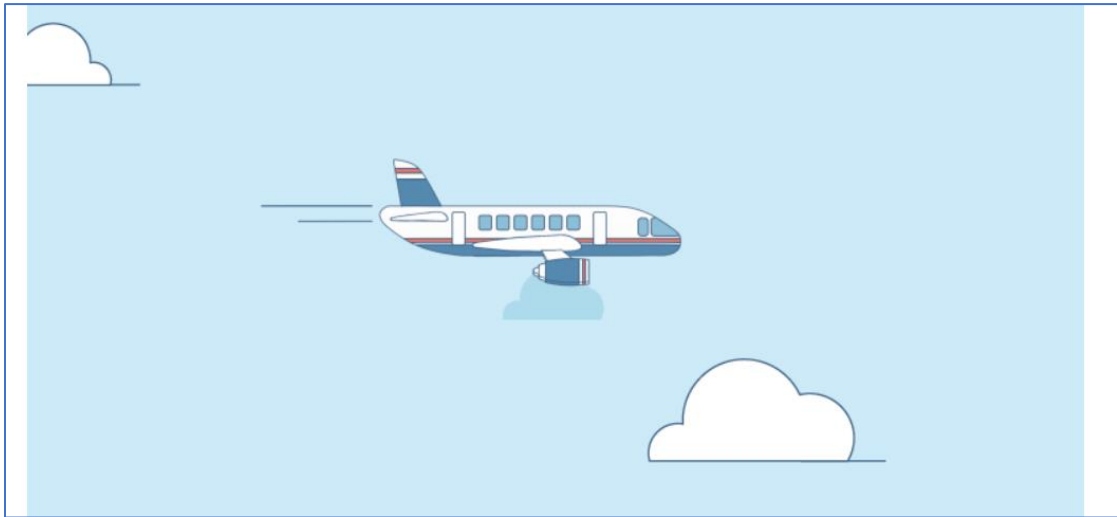
Continental Airlines es una importante compañía estadounidense que transporta pasajeros, carga y correo. Opera más de 2.000 salidas diarias a muchos más de 100 destinos nacionales y casi 100 internacionales.

Las aerolíneas como Continental enfrentan a diario interrupciones en el itinerario debido a eventos inesperados, entre los que se destacan inclemencias del clima, problemas mecánicos en los aviones e indisponibilidad de las tripulaciones. Estas interrupciones pueden ocasionar retrasos y cancelaciones en los vuelos.

En consecuencia, las tripulaciones pueden no estar en posición de prestar el servicio en sus vuelos programados restantes. Las líneas aéreas deben reasignar tripulaciones con rapidez para cubrir los vuelos abiertos y para regresarlos a sus programas originales de una manera eficiente en cuanto a costos al mismo tiempo que cumple todas las regulaciones gubernamentales, obligaciones contractuales y elevados estándares de calidad de vida.

Para enfrentar estos problemas, un equipo de IO en Continental Airlines desarrolló un modelo matemático detallado para reasignar tripulaciones a vuelos tan pronto como surgían las emergencias. Como la aerolínea tiene miles de tripulaciones y vuelos diarios, el modelo necesitaba ser enorme para poder considerar todas las posibles asignaciones de tripulaciones a vuelos.

Ilustración 11: Captura de pantalla de la plataforma Moodle



¿Cómo es esto posible?

Por lo tanto, el modelo tiene millones de variables de decisión y muchos miles de restricciones.

En su primer año de uso, el modelo se aplicó cuatro veces para recuperarse de interrupciones de itinerario muy importantes (dos tormentas de nieve, una inundación y los ataques terroristas del 11 de septiembre). Ello produjo ahorros de aproximadamente 40 millones de dólares. Las aplicaciones subsiguientes se extendieron a muchas interrupciones menores diarias. Aunque después otras aerolíneas comenzaron a aplicar investigación de operaciones de una manera similar, esta ventaja inicial sobre las demás compañías para recuperarse con más rapidez de interrupciones de itinerario con menos vuelos retrasados y cancelados colocó a Continental Airlines en una posición fuerte cuando la industria enfrentó un periodo difícil durante los años iniciales del siglo. Esta iniciativa permitió a la

empresa ganar en 2002 el primer lugar en la competencia internacional por el Premio Franz Edelman al desempeño en investigación de operaciones y ciencias de la administración.²

Desarrollo de la Clase

La modelación es necesaria en todos los ámbitos, a continuación comprenderemos una forma de hacerlo, con la ayuda de un experto en la materia, con el desarrollo de los contenidos y la bibliografía que nos ayudará a introducirnos en este apasionante camino.

Dentro de los contenidos a desarrollar en esta clase, están los siguientes:

- Pasos para la construcción de modelos.
- Aplicación y ejemplos de la formulación de problemas.
- Desarrollo de modelos en I.O.
- Diseño de modelos cuantitativos

A través del video titulado “Investigación de Operaciones, planteamiento del modelo, programación lineal 1”, se nos explica los primeros pasos a seguir, las diferencias tan marcadas en la conformación de la función objetivo en cuanto a valor monetario y el fin buscado, así como las restricciones de recursos empresariales se convierten en expresiones matemáticas relevantes.

² Fuente: G. Yu, M. Argüello, C. Song, S. M. McGowan y A. White, “A New Era for Crew Recovery at Continental Airlines”, en Interfaces, 33 (1): 5-22, enero-febrero, 2003.

Ilustración 12: Captura de pantalla de la plataforma Moodle

+ Desarrollo de la Clase Editar ▾

La modelación es necesaria en todos los ámbitos, a continuación comprenderemos una forma de hacerlo, con la ayuda de un experto en la materia, con el desarrollo de los contenidos y la bibliografía que nos ayudará a introducirnos en este apasionante camino.

Dentro de los contenidos a desarrollar en esta clase, están los siguientes:

- Pasos para la construcción de modelos.
- Aplicación y ejemplos de la formulación de problemas.
- Desarrollo de modelos en I.O.
- Diseño de modelos cuantitativos

A través del video titulado "Investigación de Operaciones, planteamiento del modelo, programación lineal 1", se nos explica los primeros pasos a seguir, las diferencias tan marcadas en la conformación de la función objetivo en cuanto a valor monetario y el fin buscado, así como las restricciones de recursos empresariales se convierten en expresiones matemáticas relevantes.

Editar ▾



El objetivo de la clase:

Desarrollar modelos de programación lineal para los diferentes algoritmos matemáticos de resolución de problemas, mediante la ejecución de las seis fases establecidas en la investigación de operaciones, con el fin de transformar contextos empresariales a modelos matemáticos.

En el video hemos visto la directrices y estructura que se debe seguir para un buen modelaje dentro del campo de la programación lineal, pero ojo, es de suma importancia determinar cuál será el método de resolución, antes de plantear el modelo, puesto que cada método responde a una serie de teoremas y formulaciones únicas.

- Cuando empezamos el modelo de programación lineal, hemos de tener una base teórica, lógica y matemática que sustente las decisiones que tomamos al momento de visualizar los datos. Esto porque todos los problemas tienen una cuota de subjetividad y otra cuota de objetividad y precisamente en este

punto todo el equipo de Investigación de Operaciones debe coincidir para obtener las salidas de información acordes al entorno de la empresa.

Se presenta la lectura llamada **Implicaciones Matemáticas de la Modelación**, donde se pone en evidencia esas diferencias, así como las virtudes de utilizar el lenguaje correcto en el modelado.

Ilustración 13: Captura de pantalla de la plataforma Moodle

Se presenta la lectura llamada **Implicaciones Matemáticas de la Modelación**, donde se pone en evidencia esas diferencias, así como las virtudes de utilizar el lenguaje correcto en el modelado.

+ Implicaciones Matemáticas de la Modelación 

+ **Actividades Propuestas**

Las siguientes actividades, pretenden retroalimentar, esta vez con una base teórica fuerte que ayudará en la resolución de la actividad planteada. Nada más y nada menos que ya estamos en el camino de la modelación, de cualquier tipo, desde algoritmos sencillos de dos variables, hasta lenguajes complejos de programación de software, pero no nos asusta, porque como ya comprobamos, el método, el esquema y los algoritmos se comportan de la misma manera en su concepción.



Ilustración 14: Captura de pantalla de la plataforma Moodle

The screenshot shows the Moodle course interface for 'Implicaciones Matemáticas de la Modelación'. At the top, there are navigation buttons: 'Previsualizar', 'Edición', 'Informes', and 'Calificar ensayos'. Below these are 'Colapsado' and 'Expandido' buttons. The main content is a table with the following structure:

Título de la página	Tipo de página	Salto	Acciones
Introducción del Tema	Contenido	Página siguiente	⌵ ⚙️ 📄 🔍 🗑️ Añadir una nueva página... ⇅
Tipos de Reglamentos	Contenido	Página siguiente	⌵ ⚙️ 📄 🔍 🗑️ Añadir una nueva página... ⇅
Contexto de la Problemática	Contenido	Página siguiente	⌵ ⚙️ 📄 🔍 🗑️ Añadir una nueva página... ⇅
Representación Matemática	Contenido	Página siguiente	⌵ ⚙️ 📄 🔍 🗑️ Añadir una nueva página... ⇅
Restricciones del Sistema	Contenido	Página siguiente	⌵ ⚙️ 📄 🔍 🗑️ Añadir una nueva página... ⇅

At the bottom, there is a navigation bar with '◀ Módulo', a search box 'Ir a...', and 'Conceptualización ▶'.

Actividades Propuestas

Las siguientes actividades, pretenden retroalimentar, esta vez con una base teórica fuerte que ayudará en la resolución de la actividad planteada. Nada más y nada menos que ya estamos en el camino de la modelación, de cualquier tipo, desde algoritmos sencillos de dos variables, hasta lenguajes complejos de programación de software, pero no nos asusta, porque como ya comprobamos, el método, el esquema y los algoritmos se comportan de la misma manera en su concepción.

Nos encontramos en un punto medio del curso, ya tienen la capacidad de crear conjeturas alrededor de la programación lineal para entender el quehacer empresarial, por qué algunas decisiones que antes no daban pie a una lógica común. Ahora vamos a avanzar, tomaremos todo el conocimiento adquirido y lo transformaremos en expresiones matemáticas, a saber, ecuaciones, inecuaciones, definición de variables, es decir, vamos a moldear el contexto a un ambiente matemático, con lo cual abrimos una gran ventana a las soluciones que desde el inicio andamos buscando.

Pero, primero se plantea la actividad sobre **Conceptualización**, donde deben hacer usos de los conocimientos adquiridos y con el apoyo de la lectura sobre **Investigación Operativa**, realice lo que se indica en la asignación.

Ilustración 15: Captura de pantalla de la plataforma Moodle



Conceptualización

- Además tenemos la sección del Foro Compartido, donde estableceremos los puntos de vista de cada uno, de acuerdo con el aprendizaje que ha tenido hasta ahora, no solamente dando sus conclusiones, sino que creando un debate sobre las respuestas de los demás integrantes, de forma que podamos llegar a un consenso general del tema principal que se plantea.

Para ellos vayan a la sección **Foro Modelado en 2D y 3D** y comiencen a trabajar. Dentro del mismo se encontrarán con las indicaciones generales.

Como parte del grupo de trabajo del curso de Investigación de Operaciones ha adquirido conocimientos específicos, además de la formación previa en los cursos que anteceden a éste. Hemos llegado a un punto de discusión de resultados, análisis de teorías y cuestionamiento de planteamientos.

Foro Modelado en 2D y 3D

Vencimiento: martes, 19 de octubre de 2021, 14:21

Ilustración 16: Captura de pantalla de la plataforma Moodle

The screenshot shows a Moodle forum page for 'David Alberto Rojas Rodríguez'. The breadcrumb trail is: Área personal / Mis cursos / MEVA21-DR / Desarrollo de la Clase / Foro Modelado en 2D y 3D. The forum title is 'Foro Modelado en 2D y 3D' with a gear icon for settings. The due date is 'Vencimiento: martes, 19 de octubre de 2021, 14:21'. The forum content includes:

El modelaje es una ciencia exacta, que si se construye con buenas bases, información verídica y actual, genera resultados tan potentes que solucionan problemas complejos en la programación de la producción.

Su uso en la Investigación de Operaciones no es la excepción, inclusive se dice que el modelado es la esencia, es el inicio de esta ciencia, sin embargo, en la práctica empresarial, existen problemas de programación que por alguna característica especial o diferente a los procesos estándar, permiten su resolución sin haber planteado un modelo previo. Son dos corrientes que a pesar de que se anteponen conceptualmente, llevan a los mismos resultados, en la solución de un caso en específico.

Existen diversas teorías, algunas comprobadas y otras más empíricas, pero al final todas aceptadas por distintos sectores. Basado en estas suposiciones, ciencias exactas y lo visto en el curso se plantea la siguiente interrogante.

¿Es imperativo que todo problema de programación lineal sea planteado mediante un modelo?, ¿Cuáles son las repercusiones de omitir el modelo dentro de nuestras empresas en la solución de problemas?

Plantee sus consideraciones, discuta con sus compañeros, pregunte al tutor, consulte la bibliografía, con el fin de que logre demostrar de forma sustantiva su respuesta o conclusiones.


Es importante que siga las instrucciones para un buen desarrollo del foro y por respeto a los demás integrantes del grupo de trabajo.

- La participación es obligatoria, la ausencia injustificada o dejar incompletas las asignaciones es suficiente para que pierda el puntaje del foro, es decir, solo se aceptan y califican participaciones totales. Para lo cual se explican los demás lineamientos de participación.
- Debe realizar al menos una intervención original, donde sus planteamientos son basados en sus conocimientos y aptitudes. Se permite la utilización de cualquier material extra que complemente su comentario sobre el tema, pueden ser gráficos, noticias, manuales de puesto, etc. Si lo hacen deben referenciar de la forma correcta.


14#section-1 Realizar al menos una intervención o seguimiento de otro integrante del grupo, que aporte a la idea principal o en su defecto que cuestione el planteamiento del otro integrante.

- Además de las técnicas más utilizadas, conoceremos la del método simplex, en el siguiente video “Método simplex, programación lineal”, se explica a detalle su aplicación para modelos multivariados, lo cual nos da una herramienta para resolver propiamente modelos de dos variables, los más comunes en nuestro curso, pero además cuando sobrepasen las dos variables. La ventaja que encontramos en la explicación es que este modelo lo podemos aplicar a otras herramientas como el Método de Transporte y Cadenas Ergódicas.

Ilustración 17: Captura de pantalla de la plataforma Moodle

+ Foro Modelado en 2D y 3D 
Vencimiento: martes, 19 de octubre de 2021, 14:21

+ Además de las técnicas más utilizadas, conoceremos la del método simplex, en el siguiente video "Método simplex, programación lineal", se explica a detalle su aplicación para modelos multivariables, lo cual nos da una herramienta para resolver propiamente modelos de dos variables, los más comunes en nuestro curso, pero además cuando sobrepasen las dos variables. La ventaja que encontramos en la explicación es que este modelo lo podemos aplicar a otras herramientas como el Método de Transporte y Cadenas Ergódicas.

+ 

Llegamos al punto más bonito, donde nos ponemos a crear un modelo de programación lineal basado en la información obtenida a raíz de la problemática que se presenta en las empresas. Y que gracias a la Investigación de Operaciones se ha realizado un estudio de los datos, necesarios para que planteamos un modelo que solucionará dicha problemática, y no solo eso, sino que permitirá innovar en los procesos de producción, a la vez que el personal se capacita en conocimientos nuevos y aplicables a sus áreas de trabajo.

Por favor, analice el siguiente **Caso de Estudio** de un contexto empresarial, luego realice un modelo de programación lineal que contenga las partes necesarias y sea lógico de acuerdo con una solución propuesta para la empresa.

Esta actividad tiene como objetivo resolver contextos empresariales mediante la formulación de modelos de problemas de programación lineal, que respondan a las necesidades de la programación de la producción, con el fin de que estas simulaciones apoyen la toma de decisiones de puesta en marcha dentro del ámbito empresarial.

Caso de Estudio

Abiertos: martes, 19 de octubre de 2021, 00:00

Pendiente: domingo, 19 de diciembre de 2021, 00:00

La resolución del caso de estudio requiere de una modelación específica por el tipo de algoritmo a utilizar, la siguiente lectura sobre **Investigación de Operaciones**, contiene algunos modelos que sirven de base, por lo que se hace preciso visitar dicha lectura para aumentar la probabilidad de éxito en la resolución de su caso.

Ilustración 18: Captura de pantalla de la plataforma Moodle

The screenshot shows a Moodle course page for 'Caso de Estudio'. At the top, the user's name 'David Alberto Rojas Rodríguez' is displayed. Below it, the breadcrumb trail reads: 'Área personal / Mis cursos / MEVA21-DR / Desarrollo de la Clase / Caso de Estudio'. The main heading is 'Caso de Estudio'. Below the heading, the status is shown as 'Abiertos: martes, 19 de octubre de 2021, 00:00' and 'Pendiente: domingo, 19 de diciembre de 2021, 00:00'. A document icon is labeled 'Caso de Estudio.pdf' with a timestamp of '19 de octubre de 2021, 14:31'. The section 'Sumario de calificaciones' contains a table with the following data:

No mostrado a los estudiantes	No
Participantes	1
Enviados	0
Pendientes por calificar	0
Tiempo restante	60 días 8 horas

La tabla de evaluación para la prueba lógica consta de los siguientes ítems, los cuales tienen una calificación de igual por el éxito de cada uno de ellos. Se califica como bueno o malo cada uno de los ítems, esto porque al ser una prueba de lógica, no queda espacio para las especulaciones. Cada ítem tiene un valor de cinco puntos (5 pts.), distribuidos de la siguiente manera:

Criterio	Valor porcentual
Variables de decisión	15%
Función objetivo	15%
Restricciones del sistema	25%

Restricciones de no negatividad	10%
Decisión de producción	35%

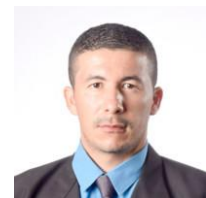
La bibliografía obligatoria complementaria es la siguiente:

- INTRODUCCIÓN A LA LÓGICA MATEMÁTICA. (2019, 10 septiembre). [Vídeo].
YouTube. <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=R3wUyIFoyE>.
- Rojas Rodríguez, David (2021). Modelado en Programación Lineal. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Técnica Nacional. Alajuela, Costa Rica.
- ¿QUÉ ES LA PROGRAMACIÓN LINEAL? (2014, 13 noviembre). [Vídeo].
YouTube. <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=t7haNTcjMqc>.

La bibliografía opcional propuesta es la siguiente:

- Valencia Roberto (2018). Investigación Operativa. Programación lineal, problemas resueltos con soluciones detalladas. Universidad Técnica de Ambato. Mega Graf-Ambato. Primera edición. Tomado de: <https://revistas.uta.edu.ec/Books/libros%202019/investoperativadig.pdf>.

Espero que se hayan divertido, hayan aprendido y sobre todo, tengan más ganas de seguir adelante, pues aún nos falta mucho por descubrir, y nada mejor que hacerlo en equipo.



Muy atento a ustedes

Clase 3: Modelaje en la Programación Lineal

SEGUIMOS NUESTRO CAMINO...

BIENVENIDOS A LA TERCERA CLASE

Es bueno saber que aún compartimos el aula, como siempre es un placer contar con la participación del equipo que conformados desde el inicio del curso.

Ahora que ya su conocimiento y experiencia tiene un estado avanzado, es hora de continuar con la tercera clase. En la cual se combina lo operativo con el análisis que cada persona debe dar en relación con los datos de salida.

Esto quiere decir que es hora de resolver los modelos que tanto hemos trabajado, aplicando una técnica específica llamada Método Gráfico, van a ser capaces de generar resultados que potencian los objetivos macroeconómicos de las compañías.

Abrimos dos espacios con objetivos específicos, el primero que será el que contenga las Consultas que cada miembro pueda tener y que éste será nuestro espacio formal para resolverlas. Cuando surja una inquietud o sugerencia de manera que no es parte del desarrollo de un ejercicio en específico, entonces nos dirigimos al espacio de Cafetería, donde se la una comunicación sin un hilo conductos.

Por último puede dirigirse al Módulo del curso, donde se encuentran aspectos relevantes sobre las generalidades conceptuales de la clase.

- Foro Consultas
- Foro Cafetería
- Desarrollo del Módulo


Introducción

Continental Airlines es una importante compañía estadounidense que transporta pasajeros, carga y correo. Opera más de 2.000 salidas diarias a muchos más de 100 destinos nacionales y casi 100 internacionales.

Swift & Company es una empresa diversificada productora de proteína con base en Greeley, Colorado. Con ventas anuales de más de 8.000 millones de dólares, la carne de res y sus productos derivados son, por mucho, la parte más grande del negocio de la compañía.

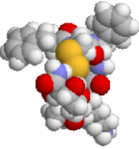
1. A fin de mejorar las ventas de la empresa y su desempeño en la manufactura, la alta administración concluyó que necesitaba alcanzar tres objetivos importantes. Uno fue permitir a los representantes de servicio al cliente hablar a sus más de 8.000 clientes para transmitirles información precisa acerca de la disponibilidad de inventario actual y futuro, al mismo tiempo que consideraban fechas de entrega solicitadas y edad máxima del producto en el momento de su entrega.
2. Un segundo objetivo fue producir un programa eficiente de nivel de turno para cada planta en un horizonte de 28 días.
3. El tercer objetivo consistió en determinar de manera exacta si una planta podía embarcar una cantidad solicitada de pedidos- líneas-artículos en la fecha y a la hora requeridas dadas la disponibilidad de ganado y las restricciones impuestas por la capacidad de la planta.

Ilustración 19: Captura de pantalla de la plataforma Moodle

+ Introducción  Editar ▾

Swift & Company es una empresa diversificada productora de proteína con base en Greeley, Colorado. Con ventas anuales de más de 8.000 millones de dólares, la carne de res y sus productos derivados son, por mucho, la parte más grande del negocio de la compañía.

1. A fin de mejorar las ventas de la empresa y su desempeño en la manufactura, la alta administración concluyó que necesitaba alcanzar tres objetivos importantes. Uno fue permitir a los representantes de servicio al cliente hablar a sus más de 8.000 clientes para transmitirles información precisa acerca de la disponibilidad de inventario actual y futuro, al mismo tiempo que consideraban fechas de entrega solicitadas y edad máxima del producto en el momento de su entrega.
2. Un segundo objetivo fue producir un programa eficiente de nivel de turno para cada planta en un horizonte de 28 días.
3. El tercer objetivo consistió en determinar de manera exacta si una planta podía embarcar una cantidad solicitada de pedidos- líneas-artículos en la fecha y a la hora requeridas dadas la disponibilidad de ganado y las restricciones impuestas por la capacidad de la planta.



Para enfrentar estos tres desafíos, un equipo de IO desarrolló un sistema integrado de 45 modelos de programación lineal basado en tres formulaciones de modelo para programar de manera dinámica sus operaciones de fabricación de carne en cinco plantas en tiempo real cuando recibe los pedidos.

Los beneficios totales auditados que se observaron en el primer año de operación de este sistema fueron de 12.74 millones de dólares, de los cuales 12 millones correspondieron a la optimización

de la mezcla de productos. Entre otros beneficios se destacan la disminución de las órdenes perdidas, la reducción de los descuentos de precio y la mejora de las entregas a tiempo.³

Desarrollo de la Clase

El objetivo de la clase es resolver modelos matemáticos de programación lineal mediante el Método Gráfico, de manera que pueda construir las gráficas, la región factible y determinar los puntos que maximizan o minimizan la función objetivo de la problemática planteada.

³ Fuente: A. Bixby, B. Downs y M. Self, "A Scheduling and Capable-to-Promise Application for Swift & Company", en Interfaces, 36(1): 39-50, enero-febrero de 2006.

Dentro de los contenidos a desarrollar en esta clase, están los siguientes:

- Construcciones de modelos gráficos.
- Soluciones del método gráfico.
- Soluciones óptimas, únicas e infinitas.

El método gráfico es el más exacto en cuanto a la salida de datos y la confiabilidad que podemos de ellos, el siguiente video titulado “**Resolver sistemas de ecuaciones, método de graficación**”, explica el paso a paso que debemos seguir para una utilización eficiente del modelo. Además, cabe resaltar que este procedimiento único es tan mecánico como se explica, es decir, que una vez entendido este video, la futura resolución de problemas está marcada por la plantilla aquí mostrada.

Ilustración 20: Captura de pantalla de la plataforma Moodle



La creación de prototipos, cuando realizamos su analogía con la programación lineal, decimos que estamos simulando manualmente, esto puesto que se crean escenarios en donde el valor de la sensibilización es de fácil aplicación y los resultados son inmediatos.

La toma de decisiones prospera de manera correcta cuando se conjuga un buen prototipo, una simulación apegada a la realidad y sensibilizaciones apegadas al contexto de la empresa. A continuación se presenta el material de apoyo titulado **Prototipando una Solución**, en el cual se encuentra la metodología de trabajo ideal para este tipo de algoritmos matemáticos.

Prototipando una Solución

Ilustración 21: Captura de pantalla de la plataforma Moodle

David Alberto Rojas Rodríguez

Área personal / Mis cursos / MEVA21-DR / Desarrollo de la Clase / Prototipando una Solución Desactivar edición

Prototipando una Solución

ok

1. Introducción al Caso de Estudio

Se trata de un problema de producción en un procesadora de vidrios y las decisiones que se deben tomar en el corto plazo para salvaguardar los intereses económicos de la compañía. Por lo que se contrata al equipo de Investigación de Operaciones para realizar el estudio oportuno y generar los cambios basados en las estructuras matemáticas.

Tabla de contenidos

1. Introducci...	↓	⚙️	🗑️	👁️	+
2. La WY...	↑	↓	⚙️	🗑️	👁️
3. Los Pr...	↑	↓	⚙️	🗑️	👁️
4. Datos ...	↑	↓	⚙️	🗑️	👁️
5. Unidad...	↑	↓	⚙️	🗑️	👁️
6. Definic...	↑	↓	⚙️	🗑️	👁️
7. Prototipo F...	↑	⚙️	🗑️	👁️	+

◀ Desarrollo del Módulo ▶ Análisis del Método Gráfico ▶

De acuerdo con lo aquí definido se plantean las actividades de aprendizaje, con el objetivo de resolver problemas de programación que presentan dos variables de decisión dentro del primer grado exponencial, mediante la resolución de planos cartesianos con el fin de obtener los valores solución que ayuden a conseguir los objetivos de producción.

La primera actividad se enfoca en aprender haciendo, es el proceso que hemos seguido durante el desarrollo de los tópicos del curso, y sin miedo a equivocarme ha sido exitoso. En esta ocasión le extiendo una invitación que los llevará a un análisis, ahora son los dueños del proceso y líderes del equipo de Investigación de Operaciones. Por tanto, tienen en sus manos las salidas información de un problema que se presentó y se resolvió mediante **El Método Gráfico (actividad**

propuesta), sin embargo, nadie ha dado un paso adelante para tomar la decisión, aquí entra usted.

Análisis del Método Gráfico

Abiertos: martes, 19 de octubre de 2021, 00:00

Pendiente: domingo, 19 de diciembre de 2021, 00:00

Ilustración 22: Captura de pantalla de la plataforma Moodle

David Alberto Rojas Rodríguez

Área personal / Mis cursos / MEVA21-DR / Desarrollo de la Clase / Análisis del Método Gráfico

Análisis del Método Gráfico

Abiertos: martes, 19 de octubre de 2021, 00:00
Pendiente: domingo, 19 de diciembre de 2021, 00:00

Se le presenta un plano cartesiano, en un punto donde falta completar información, la más importante. Sí, debe hacer el cálculo de la región factible, a partir de esta región debe tomar los pares ordenados que son solución del sistema, recordando que todos son soluciones factibles. Usted debe ir más allá y buscar aquella combinación de producción que le maximice las utilidades del lote.

Una vez que la ha obtenido y ha tomado la decisión de producción que mejoran esas utilidades, se le pide que sensibilice la orden de producción basado en los siguientes lineamientos:

- Qué pasa si la utilidad de la variable X_1 aumenta en un 15% sobre el valor actual, ¿cambiaría su decisión de producción inicial? De ser así, ¿cuál es su nueva combinación de producción?
- Qué pasa cuando la utilidad de la variable X_1 aumenta en un 25% y la utilidad de la variable X_2 disminuye en un 25%, ¿cambiaría su decisión de producción inicial? De ser así, ¿cuál es su nueva combinación de producción?
- Por último, ¿cuál sería la mezcla de producción que satisface el punto de equilibrio de la empresa?

La fecha límite de entrega será el día 19 de diciembre del presente año, mediante un archivo en formato .docx, titulado como Apellido_Nombre_Método_Gráfico.docx.

 Análisis del Método Gráfico.pdf 19 de octubre de 2021, 17:01

Sumario de calificaciones

Como parte del grupo de trabajo del curso de Investigación de Operaciones ha adquirido conocimientos específicos, además de la formación previa en los cursos que anteceden a éste. Hemos llegado a un punto de discusión de resultados, análisis de teorías y cuestionamiento de planteamientos.

Ilustración 23: Captura de pantalla de la plataforma Moodle



Se plantea el trabajo colaborativo mediante el **Foro Aumento de Variables**, cuyo objetivo es analizar la creación de regiones factibles en el plano cartesiano de dos dimensiones y tres dimensiones, inclusive. Con la metodología propuesta de programación lineal, para conocer la variabilidad de los resultados y el impacto en los procesos que esta pueda generar.

El desarrollo de ambas actividades requiere un alto porcentaje de análisis de situaciones y en menor medida operaciones matemáticas, por lo que se propone la lectura obligatoria **El Método Gráfico en la Programación Lineal**, como un aporte extra que complementa los conceptos estudiados.

Foro Aumento de Variables

Vencimiento: martes, 19 de octubre de 2021, 17:05

Ilustración 24: Captura de pantalla de la plataforma Moodle

The screenshot shows a Moodle forum page for 'David Alberto Rojas Rodríguez'. The breadcrumb trail is 'Área personal / Mis cursos / MEVA21-DR / Desarrollo de la Clase / Foro Aumento de Variables'. There is a search bar with the text 'Buscar en los foros'. The forum title is 'Foro Aumento de Variables' with a settings icon. The due date is 'Vencimiento: martes, 19 de octubre de 2021, 17:05'. The main text of the forum post discusses a hypothesis about Cartesian models and linear programming. It asks for participation in simulations and provides a list of rules for forum participation, including requirements for originality and answering questions.

David Alberto Rojas Rodríguez

Área personal / Mis cursos / MEVA21-DR / Desarrollo de la Clase / Foro Aumento de Variables

Buscar en los foros

Foro Aumento de Variables

Vencimiento: martes, 19 de octubre de 2021, 17:05

Hay una hipótesis sobre la resolución de modelos cartesianos, planteada sobre la extensión de las dos dimensiones, donde se trabaja habitualmente. Hay quienes plantean la posibilidad de trabajar en las tres dimensiones, lo cual a nivel de la geometría es factible, sin embargo, al circunscribirlo a la programación lineal, todavía hay algoritmos que no propician los resultados esperados.

Es por eso por lo que cuando resolvemos un modelo cartesiano, obtenemos valores solamente para dos variables de decisión, puesto que se trabaja en dos dimensiones. Sin embargo, la geometría nos permite graficar en tres dimensiones, lo cual añade una variable más al contexto de trabajo y aumenta las posibilidades de decisión.

¿Qué pasa si aumentamos a tres las variables de decisión en los problemas de modelos cartesianos?, ¿los resultados son fiables?

Realice las simulaciones en las plantillas de los planos cartesianos, y de acuerdo con sus resultados exponga sus ideas sobre la implementación o derogación de esta hipótesis de trabajo.

Es importante que siga las instrucciones para un buen desarrollo del foro y por respeto a los demás integrantes del grupo de trabajo.

- La participación es obligatoria, la ausencia injustificada o dejar incompletas las asignaciones es suficiente para que pierda el puntaje del foro, es decir, solo se aceptan y califican participaciones totales. Para lo cual se explican los demás lineamientos de participación.
- Debe realizar al menos una intervención original, donde sus planteamientos son basados en sus conocimientos y aptitudes. Se permite la utilización de cualquier material extra que complemente su comentario sobre el tema, pueden ser gráficos, noticias, manuales de puesto, etc. Si lo hacen deben referenciar de la forma correcta.
- Debe realizar al menos una intervención o seguimiento de otro integrante del grupo, que aporte a la idea principal o en su defecto que cuestione el planteamiento del otro integrante.
- Si un integrante realiza una pregunta específica a otro integrante, automáticamente el segundo está en la obligación de dar respuesta. En caso de que no tenga una respuesta para sustentar la pregunta, lo expresa en el foro y da paso para que otro integrante pueda responder, si esto sucede el tercer integrante que ha contestado será merecedor del porcentaje de esa participación. Las preguntas que se realicen deben ser contestadas en su totalidad, si esto no sucede a la fecha de cierre del foro, todos los integrantes serán penalizados con un 14#section-0 into (1%) del total del valor del foro. Esto es para crear conciencia, debate y un modelo de trabajo solidario.

Bibliografía obligatoria propuesta

- Magno Da Silva, Elvis (2000). El Método Gráfico en la Programación Lineal. Universidade do Oeste de Santa Catarin. Belo Horizonte, Brasil.

Ahora pensemos, que podría pasar cuando el método gráfico, demuestra su validez. Pues el siguiente el video “**Programación lineal, método gráfico**”, explicado desde la óptima geométrica. Se puede observar la construcción de cada una de las rectas que llegan a conformar las regiones con los valores solución al problema.

También permite la consecución de puntos de máximos y mínimos, los vértices de corte que llegan a poner en perspectiva aquellas zonas que a nivel empresarial son las de mayor estudio y utilidad.

Ilustración 25: Captura de pantalla de la plataforma Moodle

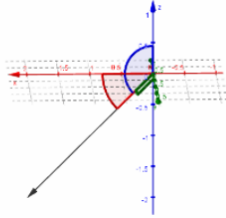


El método Gráfico permite la resolución de problemas sencillos de programación lineal de manera intuitiva y visual. Este método se encuentra limitado a problemas de dos o tres variables de decisión ya que no es posible ilustrar gráficamente más de 3 dimensiones.

Aunque en la realidad rara vez surgen problemas únicamente con dos o tres variables de decisión resulta, sin embargo, muy útil esta metodología de resolución. Al reproducir gráficamente las situaciones posibles como son la existencia de una solución óptima única, soluciones óptimas alternativas, la no existencia de solución y la no acotación, constituye una ayuda visual para interpretar y entender el algoritmo del método Simplex (bastante más sofisticado y abstracto) y los conceptos que lo rodean, se presenta la lectura **La Solución Gráfica**, necesaria para el estudio y la resolución de la actividad **Potenciando una Pequeña Empresa**.

Ilustración 26: Captura de pantalla de la plataforma Moodle

Thank you for trying out H5P. To get started with H5P read our [getting started guide](#)



La Solución Gráfica

Curso de Investigación de Operaciones

Read

La ventaja de la Investigación de Operaciones y su utilización es que no tiene costo económico alguno, siempre y cuando se cuente con los profesionales preparados y en disposición de hacer la tarea. Lo cual no es preocupante porque en este curso damos fe de que la formación y la aceptación por parte de ustedes ha sido la mejor y se encuentran preparados para el mundo laboral.

Utilice la lectura sobre **Administración de Operaciones**, para el análisis del caso de estudio.

Potenciando una Pequeña Empresa

Abiertos: martes, 19 de octubre de 2021, 00:00

Pendiente: domingo, 19 de diciembre de 2021, 00:00

Ilustración 27: Captura de pantalla de la plataforma Moodle

David Alberto Rojas Rodríguez

Área personal / Mis cursos / MEVA21-DR / Desarrollo de la Clase / Potenciando una Pequeña Empresa

Potenciando una Pequeña Empresa



Abiertos: martes, 19 de octubre de 2021, 00:00

Pendiente: domingo, 19 de diciembre de 2021, 00:00

Se le ha contactado a usted para que en representación de la carrera de Administración ayude a una pequeña empresa de su zona geográfica, como está iniciando aún no cuenta con profesionales capacitados en la programación de la producción, por esta razón se le pide poner sus servicios a disposición para resolver el tema.

El primer es el análisis del contexto de la PYME (En Costa Rica PYME significa Pequeña y Mediana Empresa, empresas que cuentan con poco capital para emprender, por lo que reciben ayudas económicas y en especie de distintas instituciones con el afán de que se consoliden en su sector).

La fecha límite de entrega será el día 19 de diciembre del presente año, mediante un archivo en formato .docx, titulado como Apellido_Nombre_Caso_PYME.docx.

Sumario de calificaciones

No mostrado a los estudiantes	No
Participantes	1
Enviados	0
Pendientes por calificar	0

Bibliografía obligatoria propuesta

- Richard B. Chase. Operations and Supply Management, Published by McGraw-Hill/Irwin, a business unit of The McGraw-Hill Companies, Inc. Copyright © MMIX by The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

La tabla de evaluación para la prueba lógica consta de los siguientes ítems, los cuales tienen una calificación de igual por el éxito de cada uno de ellos. Se califica como bueno o malo cada uno de los ítems, esto porque al ser una prueba de lógica, no queda espacio para las especulaciones. Cada ítem tiene un valor de cinco puntos (5 pts.), distribuidos de la siguiente manera:

Criterio	Valor porcentual
Variables de decisión	15%
Función objetivo	15%
Restricciones del sistema	25%
Restricciones de no negatividad	10%
Decisión de producción	35%

Ilustración 28: Captura de pantalla de la plataforma Moodle

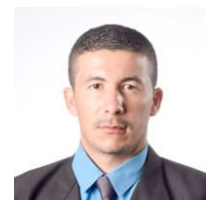
La bibliografía obligatoria complementaria es la siguiente:

- INTRODUCCIÓN A LA LÓGICA MATEMÁTICA. (2019, 10 septiembre). [Vídeo].
YouTube. <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=R3wUyIFoyE>.
- Rojas Rodríguez, David (2021). Modelado en Programación Lineal. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Técnica Nacional. Alajuela, Costa Rica.
- ¿QUÉ ES LA PROGRAMACIÓN LINEAL? (2014, 13 noviembre). [Vídeo].
YouTube. <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=t7haNTcjMqc>.

La bibliografía opcional propuesta es la siguiente:

- Valencia Roberto (2018). Investigación Operativa. Programación lineal, problemas resueltos con soluciones detalladas. Universidad Técnica de Ambato. Mega Graf-Ambato. Primera edición. Tomado de: <https://revistas.uta.edu.ec/Books/libros%202019/investoperativadig.pdf>.

Espero que se hayan divertido, hayan aprendido y sobre todo, tengan más ganas de seguir adelante, pues aún nos falta mucho por descubrir, y nada mejor que hacerlo en equipo.



Muy atento a ustedes

Ing. David Rojas Rodríguez M. Eng.

Tutor del Curso

5. Capturas de Pantalla de las Clases

A continuación se presentan capturas de pantalla de los desarrollado en cada una de las clases, en un sentido lineal de acuerdo con lo que se encuentran en la plataforma Moodle.

Guía Didáctica



Guía Didáctica



Guía Didáctica (versión descargable)

Introducción a la Programación Lineal

La Programación Lineal como ciencia Exacta

Debido a la naturaleza matemática de los modelos de investigación de operaciones, hay una tendencia a pensar que un estudio de investigación de operaciones siempre tiene en su raíz al análisis matemático.

Aunque las matemáticas son esenciales en la investigación de operaciones, no debe uno recurrir de inmediato a los modelos matemáticos, sino hasta después de haber investigado métodos más sencillos. En algunos casos se podrá encontrar una solución "de sentido común" mediante observaciones sencillas.

En realidad, como el elemento humano afecta en forma invariable la mayor parte de los problemas de decisiones, podría ser clave un estudio de la psicología de las personas para resolver el problema.

Veamos un caso...

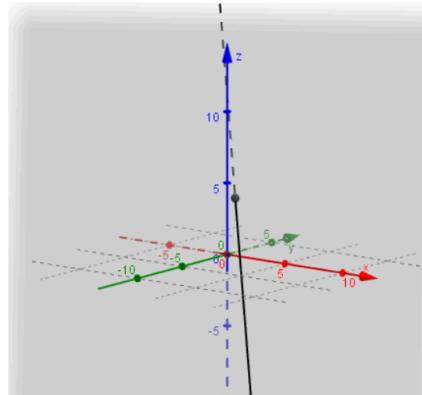
Al atender quejas sobre un servicio lento de elevadores en un edificio de oficinas grande, se percibió al principio que la situación era un problema de línea de espera, que podría requerir el uso de análisis matemáticos de colas o de simulación.

Sin embargo, después de estudiar el comportamiento de las personas que se quejaban, el psicólogo del equipo de investigación de operaciones sugirió instalar espejos de cuerpo entero en la entrada de los elevadores. Como por milagro, desaparecieron las quejas, porque se mantuvo ocupada a la gente examinándose a sí misma y a los demás mientras esperaban al elevador.



1. Fundamentación de la Materia

Este curso forma parte del conocimiento sobre programación lineal y simulación de escenarios que debe poseer el profesional en administración de recursos humanos como elemento sustantivo en los procesos de producción de bienes y servicios. Además, permite al profesional insertarse en grupos multidisciplinarios donde contará con las técnicas necesarias para la toma de decisiones pertinentes en los procesos de gestión.



4#section-4

- 1. Fundamentación de la Materia
- 2. Objetivos
 - 2.1. General
 - 2.2. Específicos
- 3. Contenidos
 - 3.1. Tema 1: Diagnóstico y Programación
 - 3.2. Tema 2: Modelaje en la Programación Lineal
 - 3.3. Tema 3: Solución de Modelos Cartesianos
- 4. Metodología de Trabajo
 - 4.1. Sobre las clases
 - 4.2. Material didáctico
 - 4.3. Tiempos de resolución
 - 4.4. Entrega de asignaciones
 - 4.5. Sobre el plagio
 - 4.6. Casos especiales
- 5. Evaluación de los aprendizajes
 - 5.1. Foros
 - 5.2. Trabajos individuales y grupales
 - 5.3. Resolución de casos de estudio
 - 5.4. Participación e interés
 - 5.5. Calificaciones:
- 6. Cronograma de Trabajo
- 7. Presentación del tutor

Clase 1: Diagnóstico y Programación

SEAN MUY BIENVENIDOS



Siéntase como en casa, como en su red social más divertida, en la que navegan, conocen el contexto y aprenden. Así es, les doy las más calurosa bienvenida a nuestra primera clase. Aquí será nuestro espacio de diversión y trabajo, nos encontramos en un camino lleno de retos, pero que con el ímpetu y la determinación de todos los miembros del grupo, saldremos adelante.

Dentro de este camino nos encontraremos con lecturas, videos, enlaces, etiquetas, y todo aquello que refuerce el conocimiento y sea parte de la formación necesaria para este curso.

Ahora que están, es importante resaltar que su participación es obligatoria en cada uno de los espacios, el monitoreo, agenda y resolución es responsabilidad de cada quien, por ello les invito a tener un ingreso mínimo de intentos a la plataforma. Los días lunes será la publicación del material de la clase, la segunda publicación serán los días jueves, cuando ya hayan leído y estén en posición de hacer frente a las consignas propuestas.

Si están pensando en la comunicación constante, pues bueno, les ofrezco una serie de alternativas dentro de la plataforma, que son útiles y fáciles de usar, especiales para cerrar las brechas y aumentar la confianza entre el equipo. Estas herramientas son los foros, cada uno de ellos con un determinado objetivo para la clase.

🗨 El primero se trata del **Foro presentación**, el cual estará disponible durante las dos primeras semanas de clases y se cerrará al segundo domingo después de abierto, esto quiere decir que tienen todos estos días para entrar, presentarse, preguntar y compartir. Una vez cerrado el mismo no podrán participar más. Es un foro de participación obligatoria.

👨🎓 Luego tenemos el **Foro de Consultas**, la disponibilidad de este foro es durante todo el curso y será el medio principal de resolución de consultas, es necesaria y obligatoria su utilización porque es el medio oficial que tendrá el tutor para evacuar las dudas que se puedan presentar, además bajo el modelo solitario una consulta de una persona se convierten en la retroalimentación para todo el grupo.

🍷 Por último tenemos el **Foro Cafetería**, aquí tendremos comunicaciones informales, en donde se compartan anécdotas, saludas y exista una medio de comunicación a lo largo curso de una manera cordial. Aprovechen este foro porque la experiencia nos dice que de aquí se gestan grandes ideas. Por ejemplo, la conformación de grupos entre compañeras y compañeros se gestiona en este foro. ⬆

Introducción

Federal Express (FedEx) es la compañía de transporte de paquetes más grande del mundo. Cada día de trabajo entrega más de 6.5 millones de documentos, paquetes y otros artículos a través de Estados Unidos y más de 220 países y territorios alrededor del mundo. En algunos casos, la entrega de estos embarques está garantizada para el día siguiente a las 10:30 a.m.

Los desafíos logísticos que implica proporcionar este servicio son extraordinarios. Los millones de embarques diarios deben ordenarse y ponerse en ruta de manera individual hacia la ubicación general correcta para después ser entregados en el destino exacto en un tiempo sorprendentemente breve.



¿Cómo es esto posible?

La investigación de operaciones es el motor tecnológico que impulsa a esta compañía. Desde su fundación en 1973, la IO le ha ayudado a tomar sus decisiones de negocios más importantes, entre ellas inversiones en equipo, estructura de rutas, programación, finanzas y ubicación de instalaciones. Después de que la IO recibió el crédito por salvar a la compañía durante sus primeros años, se volvió una costumbre tener una representación de IO en las reuniones de la alta dirección y, en realidad, algunos de los vicepresidentes corporativos han surgido del destacable grupo de IO de FedEx.

FedEx ha sido reconocida como una compañía de clase mundial. De manera rutinaria se encuentra entre las mejores compañías de la lista anual de *Fortune Magazine* de "Las Compañías más Admiradas del Mundo". También fue la primera

ganadora del prestigioso premio que ahora se conoce como INFORMS, el cual se otorga todos los años por la eficaz y repetida integración de la IO en la toma de decisiones de la organización en formas originales, variadas, novedosas y duraderas.[1]

[1] Fuente: R. O. Mason, J. L. McKenney, W. Carlson y D. Copeland, "Absolutely, Positively Operations Research: The Federal Express Story", *Interfaces*, 27(2): 17-36, marzo-abril de 1997.

Desarrollo de la Clase

El estudio de los conceptos matemáticas, es una clave para el buen desarrollo de la clase y recordemos que en las ciencias naturales existen fórmulas, teoremas y corolarios que al haber sido demostrados, su aplicación es exacta.

Dentro de los contenidos a desarrollar en esta clase, están los siguientes:

- Modelos de investigación de operaciones.
- Aplicaciones.
- Elementos de la programación.

Se presenta el video titulado "¿Qué es la programación lineal?", donde se describe la forma general de lo programación como un concepto matemático que ayuda a solucionar problemas de índole empresarial. Estas partes son esenciales para una correcta manifestación de la parte cuantitativa y la óptima solución.




Con el vídeo anterior damos una primera mirada a lo que nos encontraremos en el curso. Pero antes establezcamos algunas directrices de desarrollo par el buen entendimiento y control de la clase.


El objetivo de la clase:

Establecer los conocimientos previos y actuales para colocar el contexto de trabajo idóneo que permita el inicio de la programación lineal y sus teoremas, y con el esto el mayor aprovechamiento de las aplicaciones lógicas, matemáticas y conceptuales para resolución de problemas y programación de la producción.

Después de haber aclarado los conceptos generales en el vídeo sobre Programación Lineal y antes de comenzar a desarrollar formulaciones específicas de la clase, daremos un repaso por conceptos de algebra y geometría, que previamente han sido estudiados por todos ustedes, pasando por la secundaria y reforzados en los cursos de Estadística y Matemáticas I de la curricula de la carrera.

Para lo cual se aplicará una prueba diagnóstica, que cada persona debe resolver de manera individual y en un tiempo límite, ajustado de acuerdo a la complejidad de cada ejercicio.

Diríjase a la  **Prueba de Diagnóstico**, descargue, resuelva y sube su prueba en el tiempo establecido por favor. Además, lea cuidadosamente las indicaciones y recomendaciones de resolución antes de empezar la prueba.

El desarrollo de los temas concernientes a la Investigación de Operaciones (I.O.), pueden apoyarse en la lectura  **Introducción a la I.O.**. Para empezar vamos a colocarnos en el tiempo y espacio correcto, con esto me refiero a que lo primero es realizar un diagnóstico, que servirá para tener una perspectiva de la actualidad en cuanto a los conocimientos básicos de lógica, geometría, álgebra y toma de decisiones. No es nada más que aplicar lo que ya saben, no hay que estudiar ni buscar fórmulas, solamente confiar en sus conocimientos.

Para lo cual se le pide resolver las siguientes asignaciones, el primer reto es un diagnóstico referente a conceptos algebraicos básicos. Tiene un valor porcentual para la nota del curso, y dos posibilidades de repetirlo, para lo cual se toma el valor de la nota mayor. Esta prueba se convierte en el punto de partida de los temas que se desarrollarán durante este curso de Investigación de Operaciones y son la base de la programación lineal y la resolución de sistemas de ecuaciones e inecuaciones.

Bibliografía propuesta (obligatoria):

- Frederick S. Hiller and Gerald J. Lieberman. Introducción a la Investigación de Operaciones. Copyright © 2010 por The McGraw-Hill Companies, Inc.

Prueba de Diagnóstico



Abiertos: domingo, 24 de octubre de 2021, 00:00

Pendiente: viernes, 24 de diciembre de 2021, 00:00

Un placer contar con ustedes como parte del grupo de trabajo que desarrollaremos los temas concernientes a la Investigación de Operaciones. Para empezar vamos a colocarnos en el tiempo y espacio correcto, con esto me refiero a que lo primero es realizar un diagnóstico, que servirá para tener una perspectiva de la actualidad en cuanto a los conocimientos básicos de lógica, geometría, álgebra y toma de decisiones. No es nada más que aplicar lo que ya saben, no hay que estudiar ni buscar fórmulas, solamente confiar en sus conocimientos.

La fecha límite de entrega es el día 19 de diciembre del 2021. El archivo debe ser subido en formato de Microsoft Word, bajo el nombre de "Apellido1_Apellido2_Nombre_Diagnóstico.docx". Es importante recalcar que solamente se recibirán archivos con el formato establecido en la indicación.

 Prueba de Diagnóstico.pdf

22 de octubre de 2021, 10:37

Sumario de calificaciones

No mostrado a los estudiantes	Sí
Participantes	1
Enviados	0
Pendientes por calificar	0
Tiempo restante	45 días 12 horas

Repasemos sobre Lógica Matemática



Seguidamente se encontrará con un video titulado "Introducción a la lógica matemática parte 1". Trata los temas genéricos de la lógica que todas las personas tenemos desde nuestro nacimiento y como desarrollamos conocimientos alrededor de la misma y como percibidos los datos en situaciones de toma de decisiones.




Las partes que conforman un ejercicio de programación lineal, están muy bien identificadas tanto en forma como en funcionamiento, para conocer más a fondo la participación de cada una de ellas dentro del contexto empresarial, tienen el  titulado de **Pensemos como Programadores**, donde se encuentra la información necesaria del paso a paso y las estructuras lógicas y generales.

Las siguientes actividades, pretenden retroalimentar, esta vez con una base teórica fuerte que ayudará en la resolución de la actividad planteada. Nada más y nada menos que ya estamos en el camino de la programación, de cualquier tipo, desde algoritmos sencillos de dos variables, hasta lenguajes complejos de programación de software, pero no nos asusta, porque como ya comprobamos, el método, el esquema y los algoritmos se comportan de la misma manera en su concepción.



Cuando se trata de lineamientos matemáticos, requiere de conocimientos previos, experiencia, madurez intelectual y mucha concentración, esto con el objetivo de tomar decisiones basadas en números y herramientas con algoritmos potentes en la resolución de problemas, la lectura  sobre **Administración de Operaciones** es una referencia válida para retomar estos conceptos. Por esta razón debe ir a la  de **Prueba de Lógica** y descargar el archivo que contiene la asignación sobre la programación lógica. Dicha actividad tiene una duración de 10 días hábiles para ser subida en el espacio habilitado para dicho fin.

Además tenemos la sección del Foro Compartido, donde estableceremos los puntos de vista de cada uno, de acuerdo con el aprendizaje que ha tenido hasta ahora, no solamente dando sus conclusiones, sino que creando un debate sobre las respuestas de los demás integrantes, de forma que podamos llegar a un consenso general del tema principal que se plantea.

Como parte del grupo de trabajo del curso de Investigación de Operaciones ha adquirido conocimientos específicos, además de la formación previa en los cursos que anteceden a éste. Hemos llegado a un punto de discusión de resultados, análisis de teorías y cuestionamiento de planteamientos. Además con el  llamado **Ejemplificando la Programación**, puede formar su propio criterio para la participación del siguiente foro.

La tabla de evaluación para la prueba lógica consta de los siguientes ítems, los cuales tienen una calificación de igual por el éxito de cada uno de ellos. Se califica como bueno o malo cada uno de los ítems, esto porque al ser una prueba de lógica, no queda espacio para las especulaciones. Cada ítem tiene un valor de cinco puntos (5 pts.), distribuidos de la siguiente manera:

Criterio	Valor porcentual
Variables de decisión	15%
Función objetivo	15%
Restricciones del sistema	25%
Restricciones de no negatividad	10%
Decisión de producción	35%



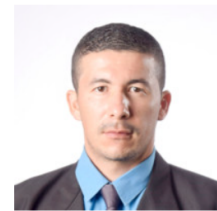
La bibliografía obligatoria complementaria es la siguiente:

- INTRODUCCIÓN A LA LÓGICA MATEMÁTICA. (2019, 10 septiembre). [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=R3wUyIFoypE>.
- Rojas Rodríguez, David (2021). Modelado en Programación Lineal. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Técnica Nacional. Alajuela, Costa Rica.
- ¿QUÉ ES LA PROGRAMACIÓN LINEAL? (2014, 13 noviembre). [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=t7haNTcjMqc>.

La bibliografía opcional propuesta es la siguiente:

- Hamdy A. Taha. Investigación de Operaciones., publicada por Pearson Education, Inc., publicada como Prentice Hall Inc., Séptima edición. Copyright © 2003. Todos los derechos reservados.
- Valencia Roberto (2018). Investigación Operativa. Programación lineal, problemas resueltos con soluciones detalladas. Universidad Técnica de Ambato. Mega Graf-Ambato. Primera edición.

Espero que se hayan divertido, hayan aprendido y sobre todo, tengan más ganas de seguir adelante, pues aún nos falta mucho por descubrir, y nada mejor que hacerlo en equipo.



Muy atento a ustedes

Ing. David Rojas Rodríguez M.Eng.

Tutor del Curso

Clase 2: Modelaje en la Programación Lineal

NOS ENCONTRAMOS DE NUEVO... BIENVENIDOS A LA SEGUNDA CLASE



Nos encontramos de nuevo, es una buena señal, de parte de su tutor reciban una cordial bienvenida, con la confianza y comunicación que hemos practicado hasta el momento, nos adentraremos en nuevos conceptos y por ende nuevos retos.

Después de la introducción del curso, en la primera clase. Ahora nos sentimos mejor, ya entendemos el trasfondo de los que es la Investigación de Operaciones, y esto nos pone en una clara ventaja para lo que encontraremos en esta segunda clase.

Nuestro objetivo de clase será comprender las partes que conforman un modelo de programación lineal y como se arman dichas partes, esto quiere decir que tomaremos contextos empresariales, datos cuantitativos para convertirlos en sistemas matemáticos compuestos por ecuaciones, diagramas y definición de variables. Una vez que se logre esto, el siguiente paso que se encontrarán en la clase tercera, será como resolver estos modelos, y con ello generar decisiones gerenciales y medidas de producción en función de los objetivos económicos y de mercado de las empresas.

Además, recuerden que tenemos dos foros que sirven como vías de comunicación para las Consultas que van surgiendo durante la clase. Así como el foro informal de Cafetería donde armamos grupos de trabajo, enlazamos noticias de interés y posteamos temas diversos.

Por último el Módulo del curso, que nos da una primera vista de los temas a desarrollar durante la clase.

Desarrollo del Módulo



Haga clic en Módulo - Modelado en Programación Lineal.pdf para ver el archivo.

◀ Foro Cafetería (oculto)

Ir a...

Implicaciones Matemáticas de la Modelación (oculto) ▶

Desarrollo de la Clase

La modelación es necesaria en todos los ámbitos, a continuación comprenderemos una forma de hacerlo, con la ayuda de un experto en la materia, con el desarrollo de los contenidos y la bibliografía que nos ayudará a introducirnos en este apasionante camino.

Dentro de los contenidos a desarrollar en esta clase, están los siguientes:

- Pasos para la construcción de modelos.
- Aplicación y ejemplos de la formulación de problemas.
- Desarrollo de modelos en I.O.
- Diseño de modelos cuantitativos

A través del video titulado "Investigación de Operaciones, planteamiento del modelo, programación lineal 1", se nos explica los primeros pasos a seguir, las diferencias tan marcadas en la conformación de la función objetivo en cuanto a valor monetario y el fin buscado, así como las restricciones de recursos empresariales se convierten en expresiones matemáticas relevantes.

Una fábrica produce dos tipos de piezas que son...
Investigación de Operaciones Plante...
un... piezas requiere cierto número de horas de fundición, maquinación y acabado de acuerdo a lo que muestra la siguiente tabla:

Procesos	Piezas	
	A	B
Fundición	1	3
Maquinación	2	4
Acabado	2	1

I. Definición de variables
X1: Unidades a producir Pieza A
X2: Unidades a producir Pieza B

II. Función objetivo
Maximizar (UTILIDAD) $z = 100x_1 + 300x_2$

III -. Restricciones
 ≤ 240 H Fundición

Cada pieza deja una utilidad de \$100 y \$300 respectivamente de A y B. Si el responsable de la fábrica está planeando la producción semanal, ¿cuántas piezas de cada...
¿cómo sería el...
problema, el objetivo principal es la maximización de la producción, ¿cómo sería el

Ver en YouTube

El objetivo de la clase:

Desarrollar modelos de programación lineal para los diferentes algoritmos matemáticos de resolución de problemas, mediante la ejecución de las seis fases establecidas en la investigación de operaciones, con el fin de transformar contextos empresariales a modelos matemáticos.

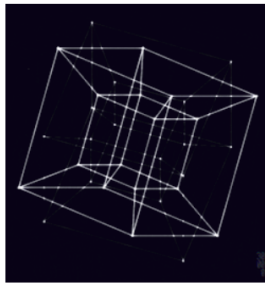
En el video hemos visto la directrices y estructura que se debe seguir para un buen modelaje dentro del campo de la programación lineal, pero ojo, es de suma importancia determinar cuál será el método de resolución, antes de plantear el modelo, puesto que cada método responde a una serie de teoremas y formulaciones únicas.

Cuando empezamos el modelo de programación lineal, hemos de tener una base teórica, lógica y matemática que sustente las decisiones que tomamos al momento de visualizar los datos. Esto porque todos los problemas tienen una cuota de subjetividad y otra cuota de objetividad y precisamente en este punto todo el equipo de Investigación de Operaciones debe coincidir para obtener las salidas de información acordes al entorno de la empresa.

Se presenta la 🧠 llamada **Implicaciones Matemáticas de la Modelación**, donde se pone en evidencia esas diferencias, así como las virtudes de utilizar el lenguaje correcto en el modelado.

Actividades Propuestas

Las siguientes actividades, pretenden retroalimentar, esta vez con una base teórica fuerte que ayudará en la resolución de la actividad planteada. Nada más y nada menos que ya estamos en el camino de la modelación, de cualquier tipo, desde algoritmos sencillos de dos variables, hasta lenguajes complejos de programación de software, pero no nos asusta, porque como ya comprobamos, el método, el esquema y los algoritmos se comportan de la misma manera en su concepción.



Nos encontramos en un punto medio del curso, ya tienen la capacidad de crear conjeturas alrededor de la programación lineal para entender el quehacer empresarial, por qué algunas decisiones que antes no daban pie a una lógica común. Ahora vamos a avanzar, tomaremos todo el conocimiento adquirido y lo transformaremos en expresiones matemáticas, a saber, ecuaciones, inecuaciones, definición de variables, es decir, vamos a moldear el contexto a un ambiente matemático, con lo cual abrimos una gran ventana a las soluciones que desde el inicio andamos buscando.


Pero, primero se plantea la actividad sobre 📄 **Conceptualización**, donde deben hacer usos de los conocimientos adquiridos y con el apoyo de la 🧠 sobre **Investigación Operativa**, realice lo que se indica en la asignación.

Para ellos vayan al  **Foro Modelado en 2D y 3D** y comiencen a trabajar. Dentro del mismo se encontrarán con las indicaciones generales.

Además de las técnicas más utilizadas, conoceremos la del método simplex, en el siguiente video "Método simplex, programación lineal", se explica a detalle su aplicación para modelos multivariables, lo cual nos da una herramienta para resolver propiamente modelos de dos variables, los más comunes en nuestro curso, pero además cuando sobrepasen las dos variables. La ventaja que encontramos en la explicación es que este modelo lo podemos aplicar a otras herramientas como el Método de Transporte y Cadenas Ergódicas.



Llegamos al punto más bonito, donde nos ponemos a crear un modelo de programación lineal basado en la información obtenida a raíz de la problemática que se presenta en las empresas. Y que gracias a la Investigación de Operaciones se ha realizado un estudio de los datos, necesarios para que planteamos un modelo que solucionará dicha problemática, y no solo eso, sino que permitirá innovar en los procesos de producción, a la vez que el personal se capacita en conocimientos nuevos y aplicables a sus áreas de trabajo.

Por favor analice el siguiente  **Caso de Estudio** de un contexto empresarial, luego realice un modelo de programación lineal que contenga las partes necesarias y sea lógico de acuerdo con una solución propuesta para la empresa.

Esta actividad tiene como objetivo resolver contextos empresariales mediante la formulación de modelos de problemas de programación lineal, que respondan a las necesidades de la programación de la producción, con el fin de que estas simulaciones apoyen la toma de decisiones de puesta en marcha dentro del ámbito empresarial.

Evaluación de la Actividad

La tabla de evaluación para la prueba lógica consta de los siguientes ítems, los cuales tienen una calificación de igual por el éxito de cada uno de ellos. Se califica como bueno o malo cada uno de los ítems, esto porque al ser una prueba de lógica, no queda espacio para las especulaciones. Cada ítem tiene un valor de cinco puntos (5 pts.), distribuidos de la siguiente manera:

Criterio	Valor porcentual
Variables de decisión	15%
Función objetivo	15%
Restricciones del sistema	25%
Restricciones de no negatividad	10%
Decisión de producción	35%

La bibliografía obligatoria complementaria es la siguiente:

- INTRODUCCIÓN A LA LÓGICA MATEMÁTICA. (2019, 10 septiembre). [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=R3wUyIFoyE>.
- Rojas Rodríguez, David (2021). Modelado en Programación Lineal. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Técnica Nacional. Alajuela, Costa Rica.
- ¿QUÉ ES LA PROGRAMACIÓN LINEAL? (2014, 13 noviembre). [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=t7haNTcjMqc>.

La bibliografía opcional propuesta es la siguiente:

- Valencia Roberto (2018). Investigación Operativa. Programación lineal, problemas resueltos con soluciones detalladas. Universidad Técnica de Ambato. Mega Graf-Ambato. Primera edición.

Espero que se hayan divertido, hayan aprendido y sobre todo, tengan más ganas de seguir adelante, pues aún nos falta mucho por descubrir, y nada mejor que hacerlo en equipo.

Clase 3: Solución de Modelos Cartesianos



SEGUIMOS NUESTRO CAMINO... BIENVENIDOS A LA TERCERA CLASE



Es bueno saber que aún compartimos el aula, como siempre es un placer contar con la participación del equipo que conformados desde el inicio del curso.

Ahora que ya su conocimiento y experiencia tiene un estado avanzado, es hora de continuar con la tercera clase. En la cual se combina lo operativo con el análisis que cada persona debe dar en relación con los datos de salida.

Esto quiere decir que es hora de resolver los modelos que tanto hemos trabajado, aplicando una técnica específica llamada Método Gráfico, van a ser capaces de generar resultados que potencian los objetivos macroeconómicos de las compañías.

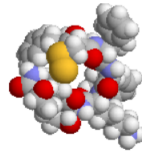
Abrimos dos espacios con objetivos específicos, el primero que será el que contenga las  **Consultas** que cada miembro pueda tener y que éste será nuestro espacio formal para resolverlas. Cuando surja una inquietud o sugerencia de manera que no es parte del desarrollo de un ejercicio en específico, entonces nos dirigimos al espacio de  **Cafetería**, donde se da una comunicación sin un hilo conductor.

Por último puede dirigirse al  **Módulo** del curso, donde se encuentran aspectos relevantes sobre las generalidades conceptuales de la clase.

Introducción

Swift & Company es una empresa diversificada productora de proteína con base en Greeley, Colorado. Con ventas anuales de más de 8.000 millones de dólares, la carne de res y sus productos derivados son, por mucho, la parte más grande del negocio de la compañía.

1. A fin de mejorar las ventas de la empresa y su desempeño en la manufactura, la alta administración concluyó que necesitaba alcanzar tres objetivos importantes. Uno fue permitir a los representantes de servicio al cliente hablar a sus más de 8.000 clientes para transmitirles información precisa acerca de la disponibilidad de inventario actual y futuro, al mismo tiempo que consideraban fechas de entrega solicitadas y edad máxima del producto en el momento de su entrega.
2. Un segundo objetivo fue producir un programa eficiente de nivel de turno para cada planta en un horizonte de 28 días.
3. El tercer objetivo consistió en determinar de manera exacta si una planta podía embarcar una cantidad solicitada de pedidos- líneas-artículos en la fecha y a la hora requeridas dadas la disponibilidad de ganado y las restricciones impuestas por la capacidad de la planta.



Para enfrentar estos tres desafíos, un equipo de IO desarrolló un sistema integrado de 45 modelos de programación lineal basado en tres formulaciones de modelo para programar de manera dinámica sus operaciones de fabricación de carne en cinco plantas en tiempo real cuando recibe los pedidos.

Los beneficios totales auditados que se observaron en el primer año de operación de este sistema fueron de 12.74 millones de dólares, de los cuales 12 millones correspondieron a la optimización.

Desarrollo de la Clase

El objetivo de la clase es resolver modelos matemáticos de programación lineal mediante el Método Gráfico, de manera que pueda construir las gráficas, la región factible y determinar los puntos que maximizan o minimizan la función objetivo de la problemática planteada.


Dentro de los contenidos a desarrollar en esta clase, están los siguientes:

- Construcciones de modelos gráficos.
- Soluciones del método gráfico.
- Soluciones óptimas, únicas e infinitas.

El método gráfico es el más exacto en cuanto a la salida de datos y la confiabilidad que podemos de ellos, el siguiente video titulado **"Resolver sistemas de ecuaciones, método de graficación"**, explica el paso a paso que debemos seguir para una utilización eficiente del modelo. Además, cabe resaltar que este procedimiento único es tan mecánico como se explica, es decir, que una vez entendido este video, la futura resolución de problemas está marcada por la plantilla aquí mostrada.



De acuerdo a lo aquí definido se plantean las actividades de aprendizaje, con el objetivo de resolver problemas de programación que presentan dos variables de decisión dentro del primer grado exponencial, mediante la resolución de planos cartesianos con el fin de obtener los valores solución que ayuden a conseguir los objetivos de producción.

La primer actividad se enfoca en aprender haciendo, es el proceso que hemos seguido durante el desarrollo de los tópicos del curso, y sin miedo a equivocarme ha sido exitoso. En esta ocasión le extiendo una invitación que los llevará a un análisis, ahora son los dueños del proceso y líderes del equipo de Investigación de Operaciones. Por tanto, tienen en sus manos las salidas información de un problema que se presentó y se resolvió mediante  **El Método Gráfico (actividad propuesta)**, sin embargo, nadie ha dado un paso adelante para tomar la decisión, aquí entra usted.

 Análisis del Método Gráfico


Abiertos: domingo, 24 de octubre de 2021, 00:00


Pendiente: viernes, 24 de diciembre de 2021, 00:00


No mostrado a los estudiantes

Como parte del grupo de trabajo del curso de Investigación de Operaciones ha adquirido conocimientos específicos, además de la formación previa en los cursos que anteceden a éste. Hemos llegado a un punto de discusión de resultados, análisis de teorías y cuestionamiento de planteamientos.



Se plantea el trabajo colaborativo mediante el  **Foro Aumento de Variables**, cuyo objetivo es analizar la creación de regiones factibles en el plano cartesiano de dos dimensiones y tres dimensiones, inclusive. Con la metodología propuesta de programación lineal, para conocer la variabilidad de los resultados y el impacto en los procesos que esta pueda generar.

El desarrollo de ambas actividades requiere un alto porcentaje de análisis de situaciones y en menor medida operaciones matemáticas, por lo que se propone la  obligatoria **El Método Gráfico en la Programación Lineal**, como un aporte extra que complemento los conceptos estudiados.

 Foro Aumento de Variables

Vencimiento: martes, 19 de octubre de 2021, 17:05

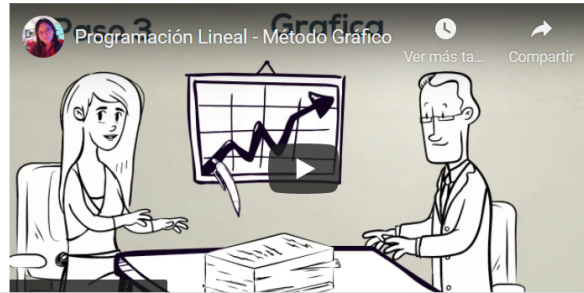
No mostrado a los estudiantes

Bibliografía obligatoria propuesta

- Magno Da Silva, Elvis (2000). El Método Gráfico en la Programación Lineal. Universidade do Oeste de Santa Catarin. Belo Horizonte, Brasil.

Ahora pensemos, que podría pasar cuando el método gráfico, demuestra su validez. Pues el siguiente el video "**Programación lineal, método gráfico**", explicado desde la óptica geométrica. Se puede observar la construcción de cada una de las rectas que llegan a conformar las regiones con los valores solución al problema.

También permite la consecución de puntos de máximos y mínimos, los vértices de corte que llegan a poner en perspectiva aquellas zonas que a nivel empresarial son las de mayor estudio y utilidad.

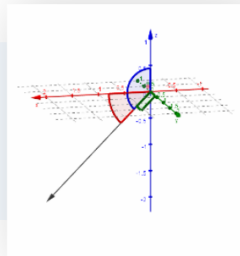


El método Gráfico permite la resolución de problemas sencillos de programación lineal de manera intuitiva y visual. Este método se encuentra limitado a problemas de dos o tres variables de decisión ya que no es posible ilustrar gráficamente más de 3 dimensiones.

Aunque en la realidad rara vez surgen problemas únicamente con dos o tres variables de decisión resulta, sin embargo, muy útil esta metodología de resolución. Al reproducir gráficamente las situaciones posibles como son la existencia de una solución óptima única, soluciones óptimas alternativas, la no existencia de solución y la no acotación, constituye una ayuda visual para interpretar y entender el algoritmo del método Simplex (bastante más sofisticado y abstracto) y los conceptos que lo rodean, se presenta la

 **La Solución Gráfica**, necesaria para el estudio y la resolución de la actividad  **Potenciando una Pequeña Empresa**.

 Thank you for trying out H5P. To get started with H5P read our [getting_started_guide](#)



La Solución Gráfica

Curso de Investigación de Operaciones

Thank you for trying out H5P. To get started with H5P read our [getting started guide](#)

Introducción

1 / 6



La Solución Gráfica

Este problema tiene sólo dos variables de decisión, esto es, sólo dos dimensiones, así que se puede usar un procedimiento gráfico para resolverlo. Este procedimiento incluye la construcción de una gráfica de dos dimensiones con X_1 , X_2 como los ejes.

Introducción

Variables de Deci...

La Región Factible

La Función Objetivo

Análisis de la Dec...

Conclusiones de ...

Introducción

1 / 6



Reuse <> Embed

H5P

Evaluación de la Actividad


La tabla de evaluación para la prueba lógica consta de los siguientes ítems, los cuales tienen una calificación de igual por el éxito de cada uno de ellos. Se califica como bueno o malo cada uno de los ítems, esto porque al ser una prueba de lógica, no queda espacio para las especulaciones. Cada ítem tiene un valor de cinco puntos (5 pts.), distribuidos de la siguiente manera:

Criterio	Valor porcentual
Variables de decisión	15%
Función objetivo	15%
Restricciones del sistema	25%
Restricciones de no negatividad	10%
Decisión de producción	35%

La bibliografía obligatoria complementaria es la siguiente:

- INTRODUCCIÓN A LA LÓGICA MATEMÁTICA. (2019, 10 septiembre). [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=R3wUyIFoyE>.
- Rojas Rodríguez, David (2021). Modelado en Programación Lineal. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Técnica Nacional. Alajuela, Costa Rica.
- ¿QUÉ ES LA PROGRAMACIÓN LINEAL? (2014, 13 noviembre). [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=t7haNTqJmQc>.

La bibliografía opcional propuesta es la siguiente:

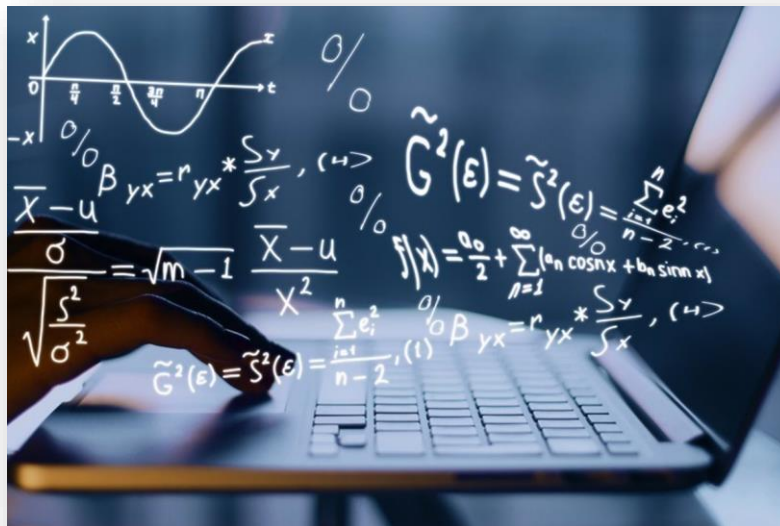
- Valencia Roberto (2018). Investigación Operativa. Programación lineal, problemas resueltos con soluciones detalladas. Universidad Técnica de Ambato. Mega Graf-Ambato. Primera edición. 

DOCUMENTOS ELABORADOS

GUÍA DIDÁCTICA

1. Fundamentación de la materia

Este curso forma parte del conocimiento sobre programación lineal y simulación de escenarios que debe poseer el profesional en administración de recursos humanos como elemento sustantivo en los procesos de producción de bienes y servicios. Además, permite al profesional insertarse en grupos multidisciplinarios donde contará con las técnicas necesarias para la toma de decisiones pertinentes en los procesos de gestión.



2. Objetivos Generales y Específicos

Objetivo General



- Utilizar el campus virtual Moodle como parte del desarrollo del curso de Investigación de Operaciones, mediante la utilización de los módulos y herramientas para el consumo de información y resolución de problemas de programación lineal que ayuden a formar criterio profesional en la toma de decisiones.

Objetivos Específicos

- Desarrollar las habilidades informáticas necesarias en el uso del campus virtual Moodle y sus herramientas tecnológicas como medio de aprendizaje durante el desarrollo del curso de Investigación de Operaciones.

- Aprender a consumir y crear contenido didáctico mediante la aplicación de los módulos del campus virtual.
- Crear conocimiento para el buen desarrollo profesional como parte de la carrera de Administración y Gestión de Recursos Humanos que genera un valor agregado en la vida laboral.

3. Contenidos

Tema 1: Diagnóstico y Programación

- Modelos de investigación de operaciones.
- Aplicaciones.
- Elementos de la programación.

Tema 2: Modelaje en la Programación Lineal

- Pasos para la construcción de modelos.
- Aplicación y ejemplos de la formulación de problemas.
- Desarrollo de modelos en I.O.
- Diseño de modelos cuantitativos.

Tema 3: Solución de Modelos Cartesianos

- Construcciones de modelos gráficos.
- Soluciones del método gráfico.
- Soluciones óptimas, únicas e infinitas.

4. Metodología de Trabajo

El desarrollo del curso estará guiado por los temas del Programa del Curso, estipulado en la malla curricular de la carrera de Administración y Gestión de Recursos Humanos. Cada estudiante es capaz y responsable de cursar y aprobar el curso, ya que se ha venido trabajando de manera lineal y lógica en los temas que dan pie a la programación lineal, tema principal del curso de Investigación de Operaciones.

El trabajo individual, la investigación, resolución de ejercicios y puesta en práctica de los resultados es la vía correcta para que el aprendizaje correcto sea parte de los beneficios del curso. Cada participante debe acatar los lineamientos del curso, de acuerdo con cada tema, debido a la complejidad y diferencia que existen entre ellos.

Para lograrlo es necesario la comunicación constante a través de los canales propuestos, a saber, mediante el foro de consultas, el espacio de avisos, el correo electrónico interno de la plataforma y los comunicados de cada revisión por parte del tutor en el módulo de calificaciones individuales. Es esencial el uso de estos canales, dado que a nivel individual las interrogantes y respuestas que surjan se convierten en insumos para el resto del grupo de trabajo.

Cada tema para desarrollar consta de partes específicas que tanto el tutor como el estudiante deben tener claras, respetar y responsabilizarse por el cumplimiento. Esto quiere decir, que el seguimiento de las indicaciones es un factor clave de éxito y una llave de entrada para el progreso y aprendizaje proyectado.



Sobre las clases:

El desarrollo de las clases se hará de forma cronológica de acuerdo con el cronograma del curso. Salvo que por un rezago ocasionado por factores tecnológicos o de otra índole se deba cambiar el orden, omitir un tema o agregar otro. La habilitación de cada clase se hará desde la plataforma y será el tutor del curso quien tendrá ese cargo, previamente con el aviso correspondiente en la sección correspondiente, así como el aviso consiguiente a la habilitación de la clase. Esto para tener dos momentos y que el estudiante no sufra ningún contratiempo con los tiempos de trabajo establecidos para cada clase.

Las clases serán habilitadas los días miércoles de cada semana, puesto que las sesiones sincrónicas se dan los días martes, se pretende que haya una semana de lapso para la revisión del contenido, la propuesta de consultas y la comunicación del tutor.

Material didáctico:

Los materiales requeridos para el óptimo desarrollo de cada tema serán proveídos por el tutor, mediante la plataforma virtual. Hay tres maneras posibles, la primera son textos explicativos en el módulo de cada clase, con teoría, ejemplos, indicaciones y otros elementos propios. El segundo se refiere a material descargable, como documentos de Word, PDF, Hojas de Cálculo, entre otros. El tercero se refiere a enlaces que le llevarán a páginas externas que, por sus características de diseño, forma, capacidad de resolución o cualquier tema técnico, se enlazarán desde el Campus.

Tiempos de resolución:

Cada asignación cuenta con una fecha inicial y una fecha final, en ese lapso se abre la ventana de consultas, flujo de información, resolución y entrega de la asignación. Los tiempos deben ser cumplidos en fechas y horas, puesto que se programan en el campus y de manera automática este abre y cierra las posibilidades de entrega. Otro punto importante es que se debe respetar estos tiempos para lograr un avance homogéneo del grupo total, respetando el tiempo de todos y del tutor.

Entrega de asignaciones:

Las asignaciones serán recibidas en el campus virtual, para la cual se utilizará el módulo de tareas. Hay dos modelos de entregas:

- El primero tipo se refiere a las que permitirán solamente una entrega, estas se caracterizan porque son pruebas cortas o reproducciones investigativas.
- El segundo tipo de entrega se refiere a multi entregas, el estudiante puede entregar el trabajo una segunda vez, tercera, o cuantas sea necesario. Esto se hace para la modalidad de modelaje y resolución de ejercicios que, por su complejidad y alto nivel de desarrollo, requiere de mayor detalle y se da la oportunidad de que el estudiante rectifique. Evidentemente se ve reflejado un porcentaje menor de sobre la nota final cada vez que se hace una entrega adicional, a saber, del 5% de castigo, pero que además del valor cuantitativo eleva el nivel de aprendizaje del grupo en general.

Todas las entregas deben hacerse por medio del módulo tareas habilitado, no se aceptarán documentos mediante correo electrónico externo, WhatsApp u otro medio que no sea el oficial de la universidad.

Sobre el plagio:

A pesar de que la resolución y metodología de la programación lineal se basa en fórmulas matemáticas inquebrantables y por ende el proceso de resolución y resultados en ocasiones son totalmente similares o se asemejan en un alto porcentaje, toda asignación que sea individual debe entregarse como tal y con documentos originales. En el momento de que se detecte un indicio de copia o plagio, se harán las investigaciones correspondientes y de declararse la veracidad del plagio, se aplicará el reglamento de sanciones de la universidad por parte del departamento de Recursos Humanos y la Dirección de Carrera.

Casos especiales:

Siempre existen situaciones complejas que son extrauniversitarias, pero que afectan el buen desempeño de los estudiantes. Cuando se compruebe de manera eficaz que algún estudiante sufre una situación de esta índole, el tutor determinará si amplía los tiempos de trabajo, de entrega y evaluación para completar de manera satisfactoria el curso. Si el caso es más complejo que las facultades que el profesor posee dentro de la línea de mando de la universidad, el caso se elevará a la Dirección de Carrera para su resolución.

5. Evaluación de los aprendizajes

Todas las asignaciones y módulos tienen un peso porcentual ponderado en la nota final de cada estudiante al final del curso. A través de los indicadores de uso individual que brinda la plataforma, se recolecta la información y se da un porcentaje relativo a cada participante en función de la participación general. Esto para asegurar que el uso del campus y el interés que tienen es el adecuado, a la vez que se intentan cerrar desfases en la evolución cognitiva del grupo.

- Esta navegación tiene un valor del 5% sobre el total de la nota. Esto quiere decir, que el complemento del 95% de la nota, será distribuida en las demás asignaciones.

Foros:

Esta modalidad se caracteriza por la interacción que se da entre todos los miembros del grupo, es decir, la participación con componentes de calidad de cada estudiante es clave para formar un espacio de sinergia, dando paso al aprendizaje y la libertad de expresión las ideas. Por tanto, se tienen cinco aspectos claves de evaluación:

- La calidad de las participaciones.

- La cantidad de las participaciones.
- La pertinencia del contenido aportado con el tema raíz de estudio.
- La capacidad de crear debate con argumentos válidos.
- El respeto dentro del ambiente virtual.

Cada aspecto evaluado tiene un peso porcentual equilibrado, por lo que el cumplimiento en excelencia de cada uno otorga un 20% del valor de cada foro, es decir, si cumple los cinco aspectos con excelencia se obtiene el 100% del puntaje del foro en desarrollo.

Trabajos individuales y grupales:

La producción de formatos de manera individual y grupal, son una vía confiable de conocer el estado de conocimiento de cada estudiante. Para asegurar una investigación sana y congruente con la temática del curso, en este apartado se evaluarán los siguientes aspectos:

- Originalidad de la producción (evitando el plagio y dando el crédito al autor citado).
- Contenido atinente.
- Defensa de la investigación ante el panel evaluador (en estos casos estará compuesto por el tutor y el resto del grupo).
- Entrega a tiempo.
- Respeto del formato establecido en la asignación.

Cada aspecto evaluado tiene un peso porcentual equilibrado, por lo que el cumplimiento en excelencia de cada uno otorga un 20% del valor de cada trabajo, es decir, si cumple los cinco aspectos con excelencia se obtiene el 100% del puntaje del trabajo en desarrollo.

En los casos de los trabajos grupales aplica el mismo procedimiento de asignación de puntajes, y se evaluará el grupo como un todo y no a cada estudiante por separado.

Resolución de casos de estudio:

Los casos de estudio son una constante durante el desarrollo del curso, debido a la pandemia. Se realizan simulación manual, casos reales de producción y escenarios matemáticos para contextualizan a la teoría en la práctica del quehacer diario del profesional. Los aspectos por evaluar son los siguientes:

- Proceso tomado para la resolución.
- Resultado obtenido.
- Uso de la herramienta propuesta.
- Toma de decisiones a raíz de los resultados finales.



Cada aspecto evaluado tiene un peso porcentual equilibrado, por lo que el cumplimiento en excelencia de cada uno otorga un 25% del valor de cada caso, es decir, si cumple los cinco aspectos con excelencia se obtiene el 100% del puntaje del caso en desarrollo.

Participación e interés:

Dentro de las asignaciones existe la posibilidad de cargar y descargar archivos, el sistema de evaluación de la plataforma permite controlar las veces que un estudiante entra a un sitio específico, descarga un archivo, interactúa con otros miembros, es decir, se puede llevar una trazabilidad de los movimientos virtuales cada participante realiza dentro del campus. Se asigna un puntaje con un promedio ponderado entre todo el grupo al finalizar cada sección.

Esta participación independiente de la sección o que ya haya sido evaluada tiene un valor del 5% sobre el total de la nota final. Esto quiere decir, que el complemento del 90% (ya se tomaron 5% en la primera parte de la evaluación) de la nota, será distribuida en las demás asignaciones.

Calificaciones:

Todo estudiante debe cumplir con el total de asignaciones, si un estudiante omite o no finaliza una sola asignación, automáticamente es reprobado sin derecho a prórroga.

Se utiliza una escala segmentada, cuya nota menor puede ser un uno (1) sobre cien (100) y la nota máxima una cien (100) sobre cien (100).

De acuerdo con lo establecido en el curso la calificación obtenida por cada estudiante se segmentará según la escala mostrada a continuación:

- Menor 60 se califica con insuficiente y reprueba.
- Mayor o igual a 60 y menor o igual a 70, se califica como suficiente. Aún no ha reprobado ni aprobado, por lo cual debe presentar una asignación extra (puede ser una prueba corta, tarea, investigación, producción didáctica o cualquier otra que el tutor recomiende).
- Mayor a 70 y menor o igual a 80, se califica como bueno y aprueba.
- Mayor a 80 y menor o igual a 90, se califica como muy bueno y aprueba.

- Mayor a 90 y menor o igual a 100, se califica como excelente y aprueba.

Cuando un estudiante obtiene la calificación de suficiente, se establece un plazo de cinco días hábiles como máximo para la resolución de la asignación extra, contados a partir del día en que el tutor da las instrucciones formales de la asignación. Si en ese plazo el estudiante no presenta la resolución correspondiente, recibirá la calificación de insuficiente, por lo cual será reprobado.

6. Cronograma de Trabajo

Se presenta el cronograma con las actividades programas y el intervalo de tiempo propuesto para su eficaz desarrollo, siempre con la condición del avance equilibrado de todo el grupo en cuanto a producción de contenido y aprendizaje verificado.

Investigación de Operaciones	Duración (días)
Desarrollo de Módulo	48
Tema 1: Diagnóstico y Programación	13
Modelos de investigación de operaciones	7
Aplicaciones	6
Elementos de la programación	6
Tema 2: Modelado en la Programación Lineal	6
Pasos para la construcción de modelos	6
Aplicación y ejemplos de la formulación de problemas	7
Desarrollo de modelos en I.O.	7
Diseño de modelos cuantitativos	14
Tema 3: Solución de Modelos Cartesianos	14
Construcciones de modelos gráficos	4
Soluciones del método gráfico	4
Soluciones óptimas, únicas e infinitas	5

7. Presentación del tutor



En el desarrollo de este curso, yo David Rojas Rodríguez, les estará acompañando como tutor. Mi formación raíz en Ingeniero Industrial con el grado de Bachiller de la Universidad de Costa, además del grado de Maestría en Sistemas Modernos de Manufactura del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Asimismo dos especialidades, al primera en Gerencia Ejecutiva y la segunda en Auditor Interno de los Sistemas Integrados ISO 9.001, ISO 14.001 y OHSAS 18.001.

Como profesor tengo 10 años de experiencia en carreras como Ingeniería Industrial, Ingeniería del Software, Administración de Empresas y Administración y Gestión de Recursos Humanos. Soy parte del panel del Consejo de Calidad de la Universidad Técnica Nacional, el cual brinda supervisión del cumplimiento de requisitos en varias áreas para las certificaciones del Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior.

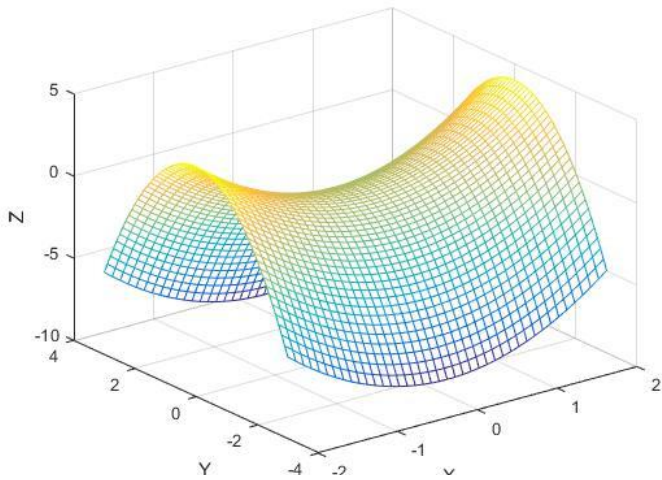
Tengo experiencia en el desarrollo de proyectos de logística empresarial, estudio de cargas laborales y programación de la producción dentro del programa de Pequeñas y Medianas Empresas de Costa Rica. Todos estos proyectos bajo la metodología y algoritmos de la programación lineal, los mismos que dan pie al desarrollo del curso de Investigación de Operaciones que nos compete en este cuatrimestre.

Estas experiencias las pondré al servicio de todo el grupo, para que entre todos podamos entender y generar el conocimiento apropiado, que ustedes como futuros profesionales del área de Administración necesitan.

Sean muy bienvenidos al Campus Virtual y al curso de Investigación de Operaciones, y espero que al igual que mi persona, ustedes tengan las mismas ganas por dar inicio.

Ing. David Rojas Rodríguez M.Eng.

Tutor del Curso



$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n = b_m \end{cases}$$

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

Modelado en Programación Lineal

Un elemento principal de la investigación de operaciones es el modelado matemático. Aunque la solución del modelo matemático establece una base para tomar una decisión, se deben tener en cuenta factores intangibles o no cuantificables, por ejemplo el comportamiento humano, para poder llegar a una decisión final.

Introducción

La investigación de operaciones conceptualmente se da a conocer durante la segunda guerra mundial, a pesar de que ya existían prácticas en programación matemática con los términos que la conforman, es en esta transición histórica donde se conocen las bondades en programación y logística aplicada. Sin embargo, y como no puede ser de otra forma, durante un evento bélico no se logra dimensionar esta ciencia como una rama importante de las matemáticas. Durante la segunda Revolución Industrial es cuando se toman las experiencias, conceptos y formulaciones para conformar de manera formal la Investigación de Operaciones como ciencia. El auge de la industrialización es potenciado en gran medida por los algoritmos matemáticos que ayudan a mecanizar y en algunos casos automatizar procesos y mantener un control sobre los indicadores de producción y calidad que antes era imposible de determinar con tal precisión.

Modelos de Investigación de Operaciones (IO)¹

La definición del problema que se enfrenta es crucial, ya que afecta de forma significativa la relevancia de las conclusiones del estudio. No es posible obtener una respuesta correcta a partir de un problema enfocado de manera incorrecta.

Lo primero que debe reconocerse es que un equipo de Investigación de Operaciones, por lo general, trabaja a nivel de asesoría. A los miembros del equipo no se les presenta un problema y se les dice que lo resuelvan como puedan, sino que asesoran a la administración (casi siempre un tomador de decisiones clave).

El equipo realiza un análisis técnico detallado y después presenta recomendaciones. Este informe identifica cierto número de opciones atractivas, en particular con diferentes supuestos o para un rango diferente de valores, de algún parámetro que marca una política que puede ser evaluada sólo por esa administración: por ejemplo, la decisión entre costo y beneficio.

La administración evalúa el estudio y sus recomendaciones, analiza una variedad de factores intangibles y toma una decisión final con base en su mejor juicio. Es vital que el equipo tenga una visión al mismo nivel que la administración, incluso para identificar el problema correcto desde el punto de vista gerencial y que, a su vez, la administración le brinde apoyo sobre cualquier curso que tome el estudio.

Un aspecto muy importante de la formulación del problema es la determinación de los objetivos apropiados. Para hacerlo es necesario, en primer lugar, identificar a las personas de la administración que en realidad tomarán las decisiones concernientes al sistema en estudio, y después escudriñar el pensamiento de estos individuos en relación con los objetivos pertinentes.

¹ Administración de Operaciones. Producción y cadena de suministros. Duodécima edición. Richard B. Chase.

Por su naturaleza, a la IO le concierne el bienestar de toda la organización, no sólo de algunos componentes. Un estudio de IO trata de encontrar soluciones óptimas globales, y no soluciones subóptimas aunque sean lo mejor para uno de los componentes. Desde un punto de vista ideal, los objetivos formulados deben coincidir con los de toda la organización; sin embargo, esta coincidencia no siempre es conveniente. Muchos problemas interesan sólo a una parte de la organización, de manera que el análisis sería demasiado extenso si los objetivos fueran generales y se prestara atención especial a todos los efectos secundarios sobre el resto de la organización. En lugar de ello, los objetivos de un estudio deben ser tan específicos como sea posible, siempre y cuando consideren las metas principales del tomador de decisiones y mantengan un nivel razonable de congruencia con los objetivos de niveles más elevados.

Cuando se trata de organizaciones lucrativas, un enfoque posible para no caer en un problema de suboptimización es utilizar la maximización de la ganancia a largo plazo, considerando el valor del dinero en el tiempo como un objetivo único. El objetivo a largo plazo indica que este objetivo proporciona la flexibilidad necesaria para considerar actividades que no se traducen de inmediato en ganancias, como los proyectos de investigación y desarrollo, pero que deberán hacerlo con el tiempo para que valgan la pena. Este enfoque tiene muchas ventajas. El objetivo es tan específico como para usarlo en forma adecuada y al mismo tiempo lo bastante amplio como para tomar en cuenta la meta básica de las organizaciones lucrativas. En realidad, algunas personas piensan que cualquier otro objetivo legítimo se puede traducir en ganancias.

Formulación de un Modelo Matemático

Una vez que el tomador de decisiones define el problema, la siguiente etapa consiste en reformularlo de manera conveniente para su análisis. La forma convencional en que la investigación de operaciones logra este objetivo es mediante la construcción de un modelo matemático que represente la esencia del problema. Antes de analizar cómo se elaboran los modelos de este tipo se explorará su naturaleza general y, en particular, la de los modelos matemáticos.

Los modelos, o representaciones idealizadas, son una parte integral de la vida diaria. Entre los ejemplos más comunes pueden citarse modelos de avión, retratos, globos terráqueos y otros. De igual manera, los modelos tienen un papel importante en la ciencia y los negocios, como lo hacen patente los modelos del átomo y de las estructuras genéticas, las ecuaciones matemáticas que describen las leyes físicas del movimiento o las reacciones químicas, las gráficas, los organigramas y los sistemas contables en la industria. Esos modelos son invaluable, pues extraen la esencia del material de estudio, muestran sus interrelaciones y facilitan el análisis.

Los modelos matemáticos también son representaciones idealizadas, pero están expresados en términos de símbolos y expresiones matemáticas. Por ejemplo, las leyes de la física como:

$$\underline{F=ma \text{ o } E=mc^2}$$

En forma parecida, el modelo matemático de un problema industrial está conformado por el sistema de ecuaciones y expresiones matemáticas relacionadas que describen la esencia del problema. De esta forma, si deben tomarse n decisiones cuantificables relacionadas entre sí, se representan como variables de decisión (x_1, x_2, \dots, x_n) para las que se deben determinar los valores respectivos. En consecuencia, la medida de desempeño adecuada (por ejemplo, la ganancia) se expresa como una función matemática de estas variables de decisión:

$$\underline{P= 3x_1 + 2x_2 + \dots + 5x_n}$$

Esta función se llama función objetivo. También se expresan en términos matemáticos todas las limitaciones que se puedan imponer sobre los valores de las variables de decisión, casi siempre en forma de ecuaciones o desigualdades:

$$\underline{x_1 + 3x_1 \ x_2 + 2x_2 < 10}$$

Con frecuencia, tales expresiones matemáticas de las limitaciones reciben el nombre de restricciones.

Las constantes (los coeficientes o el lado derecho de las expresiones) de las restricciones y de la función objetivo se llaman parámetros del modelo. El modelo matemático puede decir entonces que el problema es elegir los valores de las variables de decisión de manera que se maximice la función objetivo, sujeta a las restricciones dadas. Un modelo de este tipo, y algunas de sus variantes menores, tipifican los modelos que se analizan en investigación de operaciones.

La determinación de los valores apropiados que deben asignarse a los parámetros del modelo es una tarea crítica y a la vez un reto en el proceso de construcción del modelo. Al contrario de los problemas que se presentan en los libros donde se proporcionan estos números, la determinación de los valores de los parámetros en los problemas reales requiere la recolección de los datos relevantes.

Por lo tanto, es común que el valor asignado a un parámetro sea, por necesidad, sólo una estimación. Debido a la incertidumbre sobre el valor real del parámetro es importante analizar la forma de cómo cambiaría la solución derivada del problema cuando el valor asignado al parámetro cambia por otros valores posibles. Este proceso, que se conoce como análisis de sensibilidad.

Continental Airlines es una importante compañía estadounidense que transporta pasajeros, carga y correo. Opera más de 2.000 salidas diarias a muchos más de 100 destinos nacionales y casi 100 internacionales.

Las aerolíneas como Continental enfrentan a diario interrupciones en el itinerario debido a eventos inesperados, entre los que se destacan inclemencias del clima, problemas mecánicos en los aviones e indisponibilidad de las tripulaciones. Estas interrupciones pueden ocasionar retrasos y cancelaciones en los vuelos. En consecuencia, las tripulaciones pueden no estar en posición de prestar el servicio en sus vuelos programados restantes. Las líneas aéreas deben reasignar tripulaciones con rapidez para cubrir los vuelos abiertos y para regresarlos a sus programas originales de una manera eficiente en cuanto a costos al mismo tiempo que cumple todas las regulaciones gubernamentales, obligaciones contractuales y elevados estándares de calidad de vida.

Para enfrentar estos problemas, un equipo de IO en Continental Airlines desarrolló un modelo matemático detallado para reasignar tripulaciones a vuelos tan pronto como surgían las emergencias. Como la aerolínea tiene miles de tripulaciones y vuelos diarios, el modelo necesitaba ser enorme para poder considerar todas las posibles asignaciones de tripulaciones a vuelos. Por lo tanto, el modelo tiene millones de variables de decisión y muchos miles de restricciones. En su primer año de uso (principalmente en 2001), el modelo se aplicó cuatro veces para recuperarse de interrupciones de itinerario muy importantes (dos tormentas de nieve, una inundación y los ataques terroristas del 11 de septiembre). Ello produjo ahorros de aproximadamente 40 millones de dólares. Las aplicaciones subsiguientes se extendieron a muchas interrupciones menores diarias.

Aunque después otras aerolíneas comenzaron a aplicar investigación de operaciones de una manera similar, esta ventaja inicial sobre las demás compañías para recuperarse con más rapidez de interrupciones de itinerario con menos vuelos retrasados y cancelados colocó a Continental Airlines en una posición fuerte cuando la industria enfrentó un periodo difícil durante los años iniciales del siglo XXI. Esta iniciativa permitió a la empresa ganar en 2002 el primer lugar en la competencia internacional por el Premio Franz Edelman al desempeño en investigación de operaciones y ciencias de la administración.

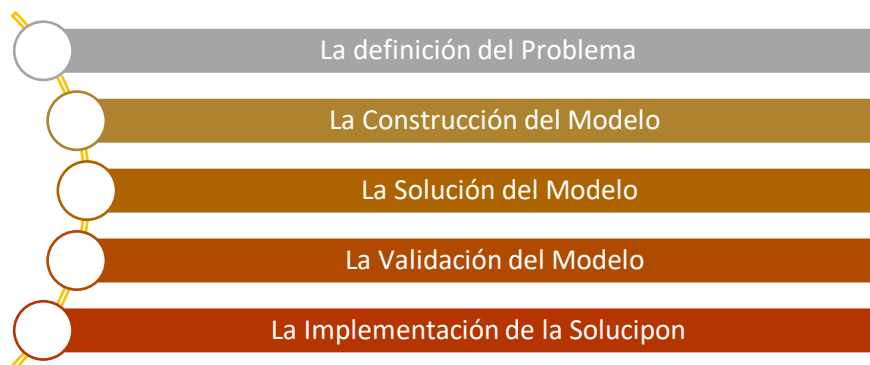
² Fuente: G. Yu, M. Argüello, C. Song, S. M. McGowan y A. White, "A New Era for Crew Recovery at Continental Airlines", en *Interfaces*, 33(1): 5-22, enero-febrero, 2003.

Fases del Estudio de Modelado

Un estudio de investigación de operaciones se basa en la labor de equipo, donde los analistas de investigación de operaciones y el cliente trabajan hombro con hombro.

Los analistas, con sus conocimientos de modelado, deben complementarse con la experiencia y la cooperación del cliente para quien hacen el estudio. Como herramienta de toma de decisiones, la investigación de operaciones es una ciencia y un arte. Es una ciencia por las técnicas matemáticas que presenta, y es un arte porque el éxito de todas las fases que anteceden y siguen a la resolución del modelo matemático depende mucho de la creatividad y la experiencia del equipo de investigación de operaciones.

Willemain (1994) aconseja que “la práctica efectiva [de la investigación de operaciones] requiere algo más que la competencia analítica. También requiere, entre otros atributos, el juicio (por ejemplo, cuándo y cómo usar determinada técnica) y la destreza técnica en comunicaciones y en supervivencia organizacional”. Es difícil recetar cursos específicos de acción (parecidos a los que establece la teoría precisa de los modelos matemáticos) para esos factores intangibles. Sólo se pueden ofrecer lineamientos generales para implementar la investigación de operaciones en la práctica. Las fases principales de la implementación de la investigación de operaciones en la práctica comprenden:



De las cinco fases, sólo el número tres de la solución del modelo es la que está mejor definida y es la más fácil de implementar en un estudio de investigación de operaciones, porque maneja principalmente modelos matemáticos precisos. La implementación de las demás fases es más un arte que una teoría.

La definición del problema implica definir el alcance del problema que se investiga. Es una función que se debe hacer entre todo el equipo de investigación de operaciones. Su resultado final será identificar tres elementos principales del problema de decisión, que son:

- + la descripción de las alternativas de decisión;
- + la determinación del objetivo del estudio,
- + la especificación de las limitaciones bajo las cuales funciona el sistema modelado.

La construcción del modelo implica traducir la definición del problema a relaciones matemáticas. Si el modelo que resulte se ajusta a uno de los modelos matemáticos normales, como puede ser la programación lineal, se puede llegar a una solución empleando los algoritmos disponibles. En forma alternativa, si las relaciones matemáticas son demasiado complejas como para permitir el cálculo de una solución analítica, puede ser que el equipo de investigación de operaciones opte por simplificar el modelo y usar un método heurístico, o que el equipo pueda recurrir al uso de una simulación, si es aproximada. En algunos casos se podrá necesitar una combinación de modelos matemáticos, de simulación y heurísticos para resolver el problema de decisiones.

La solución del modelo es, con mucho, la fase más sencilla de todas las de la investigación de operaciones, porque supone el uso de algoritmos bien definidos de optimización. Un aspecto importante de la fase de solución del modelo es el análisis de sensibilidad. Tiene que ver con la obtención de información adicional sobre el comportamiento de la solución óptima cuando el modelo sufre ciertos cambios de parámetros. Se necesita en especial el análisis de sensibilidad cuando no se pueden estimar con exactitud los parámetros del modelo. En esos casos es importante estudiar el comportamiento de la solución óptima en las proximidades de los parámetros estimados.

La validación del modelo comprueba si el modelo propuesto hace lo que se quiere que haga, esto es, ¿predice el modelo en forma adecuada el comportamiento del sistema que se estudia?

Al principio, el equipo de investigación de operaciones se debe convencer que el resultado del modelo no incluya "sorpresas". En otras palabras, ¿tiene sentido la solución? ¿Se pueden aceptar intuitivamente los resultados? Desde el lado formal, un método frecuente para comprobar la validez de un modelo es comparar su resultado con datos históricos. El modelo es válido si, bajo condiciones de datos semejantes, reproduce el funcionamiento en el pasado. Sin embargo, en general no hay seguridad de que el funcionamiento en el futuro continúe reproduciendo los datos del pasado. También, como el modelo se suele basar en un examen cuidadoso de los datos históricos, la comparación propuesta debería ser favorable. Si el modelo propuesto representa un sistema nuevo, no existente, no habrá datos históricos para las comparaciones. En esos casos se podrá recurrir a una

simulación, como herramienta independiente para verificar los resultados del modelo matemático.

La implementación de la solución de un modelo validado implica la traducción de los resultados a instrucciones de operación, emitidas en forma comprensible para las personas que administrarán al sistema recomendado. La carga de esta tarea la lleva principalmente el equipo de investigación de operaciones.

Solución gráfica de un problema¹

El procedimiento de solución gráfica comprende dos pasos:

- 1 Determinación del espacio de soluciones que define todas las soluciones factibles del modelo.
- 2 Determinación de la solución óptima, entre todos los puntos factibles del espacio de soluciones.

Paso 1. Determinación del espacio de soluciones factibles

Primero, se tendrán en cuenta las restricciones de no negatividad $x_1 \geq 0$ $x_2 \geq 0$. En la figura siguiente, el eje horizontal x_1 y el eje vertical x_2 representan las variables pintura para exteriores y pintura para interiores, respectivamente. En consecuencia, las restricciones de no negatividad limitan el área del espacio de soluciones al primer cuadrante: arriba del eje x_1 y a la derecha del eje x_2 .

Para tener en cuenta las otras cuatro restricciones, primero se sustituye cada desigualdad con una ecuación, y a continuación se grafica la recta resultante, ubicando dos puntos diferentes de ella.

Por ejemplo, después de sustituir $6x_1 + 4x_2 \leq 24$ con la recta $6x_1 + 4x_2 = 24$, se pueden determinar dos puntos distintos, primero igualando $x_1 = 0$ para obtener $x_2 = 6$ y después igualando $x_2 = 0$ para obtener $x_1 = 4$.

De este modo, la recta que pasa por los dos puntos (0, 6) y (4, 0) es la que se identifica con (1) en la figura.

A continuación, se considera el efecto de la desigualdad. Todo lo que hace la desigualdad es dividir al plano (x_1, x_2) en dos semi espacios que en este caso son semiplanos, uno a cada lado de la línea graficada. Sólo una de esas dos mitades satisface la desigualdad.

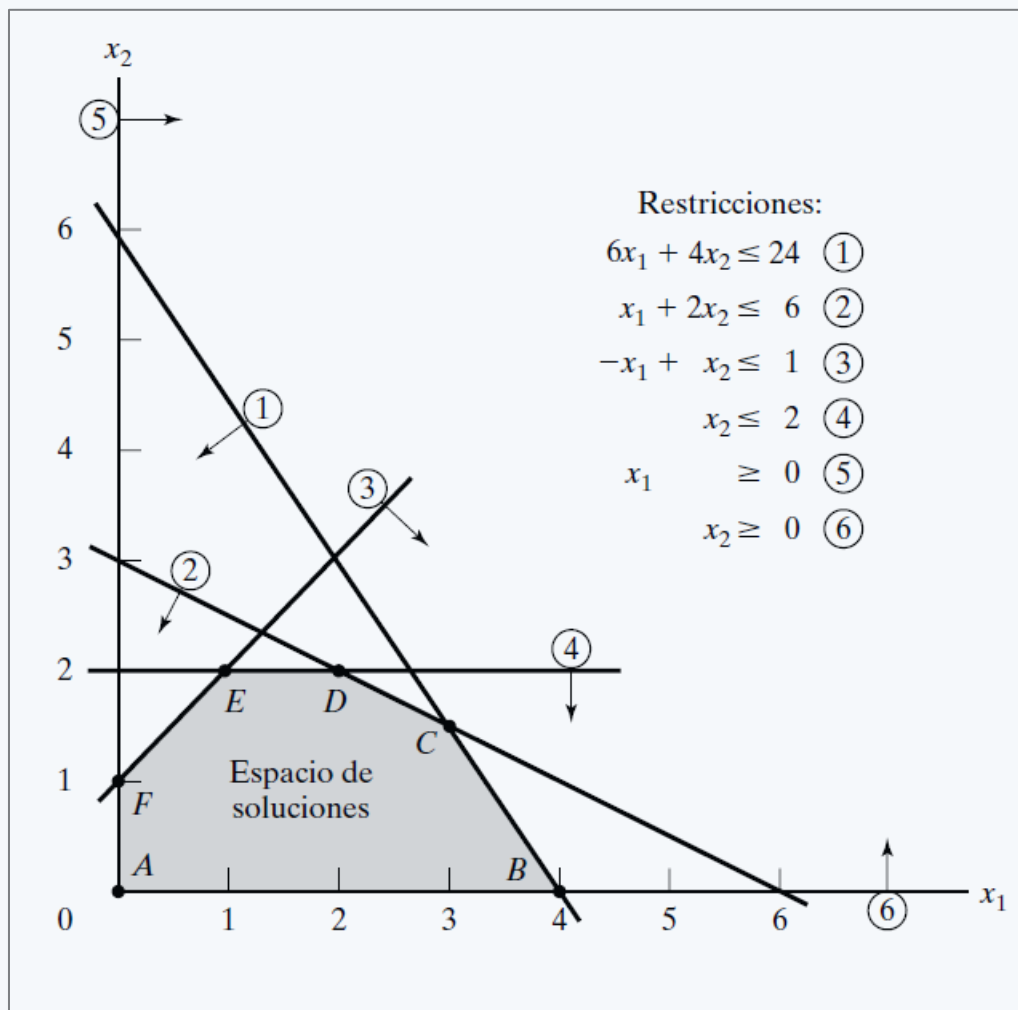
Para determinar cuál es el lado correcto, se elige cualquier *punto de referencia* en el primer cuadrante. Si satisface la desigualdad, el lado en el que está es el

¹ Investigación de operaciones. Séptima edición Hamdy A. Taha. University of Arkansas, Fayetteville.

semiplano factible. En caso contrario, quiere decir que es el otro lado. Desde el punto de vista de los cálculos, es cómodo seleccionar a $(0, 0)$ como el punto de referencia, a menos que la recta pase por el origen; si así fuera, se debería elegir otro punto.

El uso del punto de referencia $(0, 0)$ se ilustra con la restricción $6x_1 + 4x_2 \leq 24$. Como $6 \cdot 0 + 4 \cdot 0 = 0$ es menor que 24, el semiplano que representa la desigualdad incluye al origen (lo que se indica con la flecha en la figura). Para demostrar el uso de otros puntos de referencia, investigaremos $(6, 0)$. En este caso $6 \cdot 6 + 4 \cdot 0 = 36$, que es mayor que el lado derecho de la primera restricción, y eso indica que el lado en el que está $(6, 0)$ no es factible para la desigualdad. Este resultado es consistente con el que se obtuvo usando $(0, 0)$ como punto de referencia. Con la aplicación del procedimiento del punto de referencia a todas las restricciones del modelo se obtiene el espacio factible que se indica en la figura.

Ilustración 1: La Figura



Fuente: Investigación de operaciones. Hamdy A. Taha. University of Arkansas, Fayetteville.

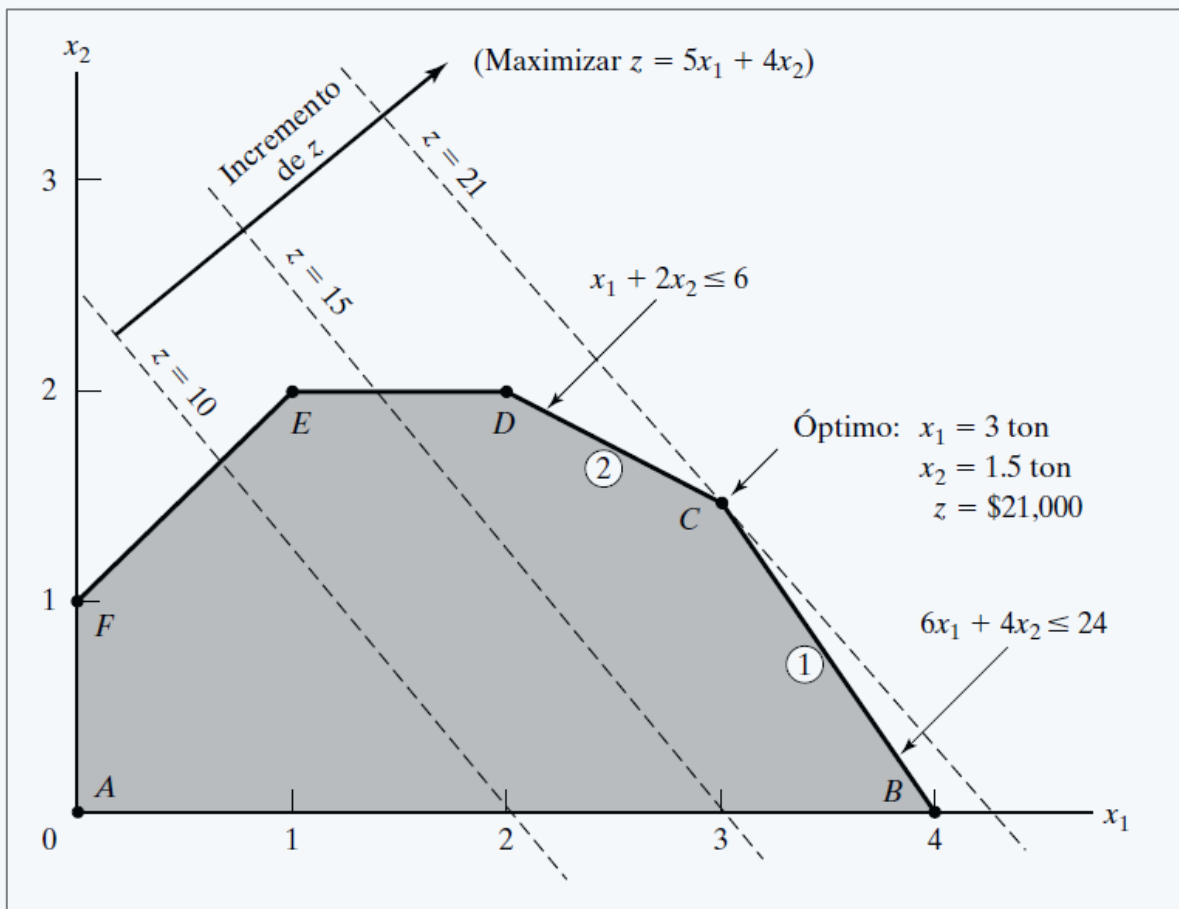
Paso 2. Determinación de la Solución Óptima

El espacio factible de la figura está delimitado por los segmentos de recta que unen a los vértices A , B , C , D , E y F . Todo punto dentro o en la frontera del espacio $ABCDEF$ es factible, porque satisface todas las restricciones. Ya que el espacio factible $ABCDEF$ está formado por una cantidad *infinita* de puntos, es obvio que se necesita un procedimiento sistemático para identificar la solución óptima.

Para identificar la solución óptima se requiere identificar la dirección en la que aumenta la función utilidad $z = 5x_1 + 4x_2$ (recuérdese que se está *maximizando* a z). Para hacerlo se asignan valores *arbitrarios* crecientes a z . Por ejemplo, si $z = 10$ y $z = 15$ equivaldría a graficar las dos rectas $5x_1 + 4x_2 = 10$ y $5x_1 + 4x_2 = 15$.

En consecuencia, la dirección de aumento en z es la que se ve en la otra figura. La solución óptima se encuentra en C , que es el punto, en el espacio de soluciones, más allá del cual cualquier aumento en z saca a uno de las fronteras de $ABCDEF$.

Ilustración 2: La Otra Figura



Fuente: Investigación de operaciones. Hamdy A. Taha. University of Arkansas, Fayetteville.

Los valores de x_1 y x_2 correspondientes al punto óptimo C se calculan resolviendo las ecuaciones asociadas a las rectas (1) y (2), esto es, resolviendo:

$$6x_1 + 4x_2 = 24$$

$$x_1 + 2x_2 = 6$$

La solución es $x_1 = 3$ y $x_2 = 3/2$, en ese caso $z = 5 \cdot 3 + 4 \cdot 3/2 = 21$. Eso equivale a una mezcla de productos de 3 toneladas de pintura para exteriores y 3/2 toneladas de pintura para interiores. La utilidad diaria correspondiente es \$21.000.

No es por accidente que la solución óptima se encuentre en un punto de esquina del espacio de soluciones, donde se cruzan dos líneas. En realidad, si se cambia la pendiente de la función utilidad z (cambiando sus coeficientes), se verá que la solución óptima siempre se encuentra en esos puntos de *esquina*.

Pruebas del Modelo de Programación Lineal

En algunos aspectos, la elaboración de un modelo matemático grande es análogo al desarrollo de un programa de computadora grande. Cuando se completa la primera versión es inevitable que contenga muchas fallas. El programa debe ser probado de manera exhaustiva para tratar de encontrar y corregir tantas fallas como sea posible. Con el tiempo, después de una larga serie de programas mejorados, el programador concluye que el programa actual proporciona, en general, resultados razonablemente válidos. Aunque sin duda quedarán algunas fallas ocultas se habrá eliminado la cantidad suficiente de problemas mayores como para que su utilización sea confiable.

De manera similar, es inevitable que la primera versión de un modelo matemático complejo tenga muchas fallas. Sin duda, algunos factores o interrelaciones relevantes no fueron incorporados a él y algunos parámetros no fueron estimados con precisión. Estas circunstancias no se pueden eludir dadas las dificultades de comunicación y comprensión de todos los aspectos y sutilezas de un problema operacional complejo, así como la dificultad de recolectar datos confiables. Por lo tanto, antes de usar el modelo debe probarse de manera exhaustiva para intentar identificar y corregir la mayor cantidad posible de fallas. Con el tiempo, después de una larga serie de modelos mejorados, el equipo de investigación de operaciones concluye que el modelo actual produce resultados razonablemente válidos. Aunque sin duda quedarán algunos problemas menores ocultos en el modelo, las fallas importantes habrán sido eliminadas de manera que el uso del modelo sea confiable.

Este proceso de prueba y mejoramiento de un modelo para incrementar su validez se conoce como validación del modelo.

Un planteamiento más sistemático de la prueba del modelo se logra mediante el empleo de una prueba retrospectiva. Cuando es aplicable, esta prueba utiliza datos históricos y reconstruye el pasado para determinar si el modelo y la solución resultante hubieran tenido un buen desempeño, si se hubieran usado. La comparación de la eficacia de este desempeño hipotético con lo que en realidad ocurrió indica si la utilización del modelo tiende a generar mejoras significativas respecto de la práctica actual. Puede indicar también áreas en las que el modelo tiene fallas y requiere modificaciones. Aún más, cuando se emplean las alternativas de solución y se estiman sus desempeños históricos hipotéticos, se pueden reunir evidencias sobre la precisión del modelo para predecir los efectos relativos de los diferentes cursos de acción.

Por otra parte, la prueba retrospectiva tiene la desventaja de que se basa en los mismos datos que sirvieron para formular el modelo. Entonces, la pregunta crucial es si el pasado en realidad representa el futuro. Si no es así, el modelo puede tener un desempeño distinto en el futuro del que haya tenido en el pasado.

Para evitar esta desventaja de la prueba retrospectiva, a veces es útil continuar con las circunstancias actuales durante una temporada. Este recurso proporcionará nuevos datos con los cuales no se contaba cuando el modelo fue construido, los que se pueden emplear de la manera descrita para evaluar el modelo.

Es importante documentar el proceso que se utiliza para llevar a cabo las pruebas de la validación del modelo, pues ello ayuda a aumentar la confianza de los futuros usuarios del paradigma. Más aún, si en el futuro surgen preocupaciones sobre el modelo, esta documentación ayudará a diagnosticar en dónde pueden encontrarse los problemas.

Bibliografía utilizada

Hamdy A. Taha. Investigación de Operaciones., publicada por Pearson Education, Inc., publicada como Prentice Hall Inc., Séptima edición. Copyright © 2003. Todos los derechos reservados.

Richard B. Chase. Operations and Supply Management, Published by McGraw-Hill/Irwin, a business unit of The McGraw-Hill Companies, Inc. Copyright © MMIX by The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

Frederick S. Hiller and Gerald J. Lieberman. Introducción a la Investigación de Operaciones. Copyright © 2010 por The McGraw-Hill Companies, Inc. Todos los derechos reservados.

Conclusiones

1. Se realizó la implementación de un modelo virtual de aprendizaje que permite el desarrollo del curso de Investigación de Operaciones, con todas las variables de evaluación estipulados en el reglamento de la Universidad Técnica Nacional. Con esto se asegura el correcto desarrollo del curso mediante la virtualización y acceso a todos los estudiantes que entran en esta etapa de avance de la carrera.
2. La plataforma Moodle es que la se ha utilizado para la implementación del proyecto, lo cual hace converger la oficialidad de la misma como instrumento tecnológico de la universidad para la educación virtual y se transforma de una vía de comunicación inmediata entre los involucrados, teniendo a mano el medio para dar respuesta por parte del tutor y recibir la retroalimentación por parte del estudiante, cerrando brechas importantes generadas durante la pandemia sanitaria y la suspensión de la presencialidad.
3. Las clases desarrolladas permiten su utilización, estudio y operativa tanto mediante computadores de escritorio o personales, así como a través de dispositivos móviles, como tablets y teléfonos inteligentes. Esto con las facilidades y pruebas realizadas desde el departamento de Tecnologías de Información de la Universidad.
4. Se desarrollo el proceso de seguimiento de las clases virtuales de forma cronológica y con estadística descriptiva en relación con la navegación de los estudiantes y la presentación de entregables en los tiempos establecidos por el tutor, permitiendo llevar una estructura de seguimiento y evaluación acorde a los lineamientos virtuales y manteniendo la calidad de la información.
5. El acceso a la plataforma no tiene restricciones de horario, ubicación geográfica, lo cual permite que los estudiantes gestionen el tiempo de manera equilibrada, manteniendo su desarrollo profesional, laboral y familiar sin aceptación.
6. El proyecto ha sido presentado en diferentes etapas a la dirección de Carrera, con lo cual se ha conseguido que sea parte del plan piloto de educación virtual para el primer cuatrimestre del año 2022. Esto ayuda no solamente a la Carrera, sino que ya el proyecto ha hecho eco en otras carreras que han pedido ayuda para implementar este tipo de modelo virtual.