

Emociones Académicas para el aprendizaje de la Programación Lineal.

Área o disciplina en la que se inserta

Investigación de Operaciones en todas las carreras de Ingeniería y carreras de las Ciencias Sociales.

¿Por qué y para qué esta secuencia formativa?

La secuencia formativa pretende desarrollar competencias para evaluar problemas de programación lineal, a partir de la aplicación de algoritmos y métodos de optimización cuantitativos que brinda la investigación de operaciones. Las variables de decisión permiten calcular el valor óptimo de la programación lineal y la posterior toma de decisiones para cada caso. Las variables de decisión normalmente están relacionadas con procesos de producción de bienes y/o de servicios que pretenden minimizar costos, errores, retrasos o también maximizar beneficios, ingresos o ganancias de una organización. En este sentido, la secuencia formativa enfatiza en los aspectos conceptuales y funcionales, así como en las ventajas competitivas que se obtienen de la aplicación del método gráfico y del algoritmo Simplex, como componentes estratégicos para garantizar que los resultados obtenidos sean confiables desde el contexto matemático y que constituyan la base para la toma de decisiones que aseguren el posicionamiento de las organizaciones en sus ámbitos de influencia en entornos competitivos, cambiantes y globalizados.



Amalia Rosalia Quintero Castillo

amalia.quintero@gmail.com

Ingeniero Industrial. Magister en Gerencia de Proyectos. Docente universitaria de pre y postgrado desde hace más de 15 años en las asignaturas: Investigación de Operaciones, Gerencia de Proyectos, Álgebra Lineal, Matemáticas Discretas, Estructuras Discretas, Planificación y Control del Tiempo, Economía, Matemáticas I e Inglés. Gerente de Proyectos en diferentes ramos del conocimiento. Línea de investigación: Gestión del Tiempo en Proyectos, Investigación de Operaciones. Amplia experiencia académica en gerencia educativa, diseño de procesos, toma de decisiones estratégicas, planificación, gestión y control de proyectos, alineación estratégica de proyectos, optimización de procesos y comunicación asertiva. Consultoría en conformación de Redes de Innovación, gestión de proyectos y optimización de procesos de manufactura. Estudiante del Doctorado en Educación de la Universidad Católica Andrés Bello.



https://youtu.be/AlmUdp5b_j4



Preguntas activadoras del aprendizaje

Formule 3 preguntas que orienten el aprendizaje del estudiante. Por ejemplo, si el tema de la secuencia formativa es: construcción del objeto de estudio, las preguntas potenciales podrían ser tres de las siguientes:

1. ¿Qué importancia tiene la programación lineal y sus contenidos en la toma de decisiones estratégicas en las organizaciones?
2. ¿En qué consiste la aplicación del método gráfico y el algoritmo Simplex en el contexto de la programación lineal?
3. ¿Cuáles indicadores se deben considerar para validar los resultados obtenidos de un modelo matemático y su interpretación para la toma de decisiones operacionales?

Descripción de la secuencia formativa

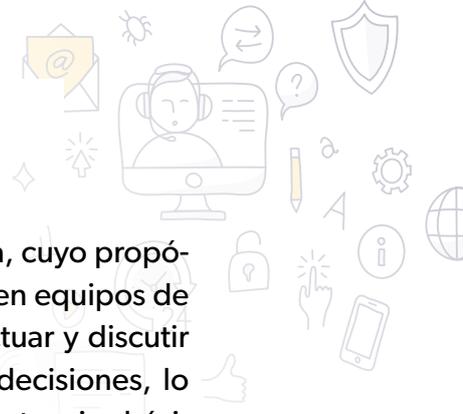
Este segmento deberá redactarse teniendo a nuestro par docente como interlocutor. La descripción de la secuencia será un texto fluido y continuado en el que se perciban los siguientes elementos:

El desarrollo de la programación lineal ha sido clasificado como uno de los avances científicos más importantes de mediados del siglo XX, y estamos de acuerdo con esta aseveración (Hillier Frederick, 2010). La programación lineal se aplica a modelos de optimización en los que las funciones objetivo y restricción son estrictamente lineales (Taha Hamdy, 2004). En el contexto de la construcción de modelos, las limitaciones o restricciones impuestas sobre las decisiones permisibles tienen especial importancia. Las restricciones se presentan generalmente en dos formas: limitaciones y requerimientos. Las restricciones pueden subdividirse aún más para reflejar las limitaciones y requerimientos físicos, las limitaciones y requerimientos económicos y las limitaciones y exigencias de política operativa (Eppen G. et al, 2000). En la práctica, la resolución de un problema de programación lineal comprende tres fases: el planteamiento del modelo, la resolución del problema, el análisis económico de los resultados (González Ángel, 2003).

En el enfoque científico de toma de decisiones, se requiere el uso de uno o más modelos matemáticos (Wayne Winston, 2005).

En este trabajo se instruye sobre los fundamentos y procesos relacionados con la Programación Lineal, dando elementos confiables para tomar las mejores decisiones y coadyuvar a la mejora continua de la organización en el contexto operacional, el incremento de la productividad y de la rentabilidad de la organización. La secuencia didáctica propuesta, permite aseverar que el modelado matemático es una herramienta valiosa y pertinente en cualquier área de conocimiento, al abstraer problemáticas y resolverlas mediante el análisis de variables, aplicando los algoritmos correspondientes, también invita a la reflexión profunda sobre su aplicabilidad e interpretación con la utilización de herramientas analíticas para apreciar avances o retrocesos en la implementación de estrategias a nivel educativo y profesional, demostrando la importancia de la Programación Lineal para la toma de decisiones estratégicas en las organizaciones.

La metodología propuesta para el desarrollo de la secuencia formativa se basa en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Esta metodología parte del constructivismo cognitivo y de la idea de que aprender implica un proceso de construcción del conocimiento que se logra haciendo, aplicando, detectando el error y corrigiendo detalles, en contraste con modelos pasivos que se limitan al transmisionismo y la repetición de procesos. El aprendizaje basado en problemas o Problem based Learning (PBL) se gesta en Canadá y luego se comienza a movilizar a Europa buscando particularmente el fortalecimiento de los procesos académicos de formación de futuros médicos en sus estudios de pregrado. Se seleccionó esta metodología activa por tratarse de problemas diversos que pueden atender cualquier campo del conocimiento. Las variables involucradas son cambiantes dependiendo de la unidad de análisis y complejidad de cada problemática. El ABP resulta muy pertinente ya que entrena al estudiante en el establecimiento autodirigido de estrategias para la solución de problemas complejos, contempla la participación en el razonamiento del problema, conducir su propio aprendizaje, participar en procesos grupales y dar y recibir retroalimentación para mejorar sus habilidades de aprendizaje. Fomenta el aprendizaje, la investigación y la reflexión y permite definir interrogantes y establecer respuestas esperadas que luego de la aplicación de metodologías y algoritmos contrasten los resultados obtenidos con los esperados, para realizar análisis específicos y generar las recomendaciones para la correcta toma de decisiones.



El reto de los estudiantes es encontrar la solución del problema, cuyo propósito es mantenerlos atentos y focalizados para que se integren en equipos de trabajo y de manera colaborativa puedan asumir roles, interactuar y discutir argumentadamente e interpretar resultados para la toma de decisiones, lo cual les permitirá desarrollar capacidades, habilidades y competencias básicas y profesionales de manera vivencial e incorporar la gestión del cambio.

El tema seleccionado es “Programación Lineal” perteneciente al campo de la Investigación de Operaciones y debe ser planteado con base en las experiencias e investigaciones previas del docente, luego aplicadas con los estudiantes de forma práctica y finalmente evaluadas para la mejora continua.

Los contenidos indicados en el syllabus deben ser adaptados, considerando las temáticas de actualidad e intereses de los estudiantes. Resulta imperativo definir el “como” se van a alcanzar los objetivos instruccionales y pedagógicos indicados en el syllabus.

La estrategia debe focalizarse en promover el dialogo abierto, la autonomía y el cooperativismo entre estudiantes.

Las estrategias consisten en considerar tres momentos fundamentales. El primer momento es la selección de un problema de producción del mundo real (de las empresas en las cuales trabajan los estudiantes) considerando elementos teóricos de la programación lineal. En el segundo momento se aplican los algoritmos de la programación lineal considerando los indicadores: delimitación de la unidad de análisis, identificación de las variables de decisión, identificación de la función objetivo, establecimiento de las restricciones del sistema, sobre cuya base se construye el modelo matemático que debe ser resuelto de forma cuantitativa en función del número de variables de decisión del problema. Si se tienen dos variables de decisión se aplica el método gráfico y a partir de tres variables de decisión se aplica el algoritmo Simplex. Los estudiantes deben manejar conocimientos previos de asignaturas aprobadas en semestres anteriores, tales como: Álgebra Lineal, Geometría Analítica y Cálculo Diferencial. El tercer momento se orienta hacia la construcción de un reporte de evaluación que da cuenta del modo en que se cumplen los indicadores que constituyeron el modelo matemático resuelto y el grado de argumentación que de soporte a la recomendación dada para la toma de decisiones estratégicas en el área afectada por la problemática en estudio.

Atención: esta segmentación temática ha sido creada para fines didácticos. En ningún caso, el texto debe estar subtítulo. Debe mostrarse como una unidad de sentido en la que podamos identificar los elementos señalados.

En total, este segmento podrá tener una extensión máxima de 1.000 palabras distribuidas del modo anteriormente descrito.

El nivel de análisis que den los estudiantes a los resultados obtenidos es trascendental pues permitirá al docente ampliar el radio de acción para la correspondiente evaluación multicriterio. En el análisis los estudiantes deben asumir roles específicos, comunicarse efectivamente y demostrar con creatividad y liderazgo el enfoque sistémico, la habilidad para vincular de forma interdisciplinaria la temática en estudio (Programación Lineal) con temas provenientes de otras asignaturas, como gerencia de la producción, gerencia de proyectos, control de calidad, contabilidad de costos, mercadeo, higiene y seguridad industrial, mantenimiento industrial, logística, administración, finanzas, planificación estratégica, procesos de manufactura y gerencia de negocios.

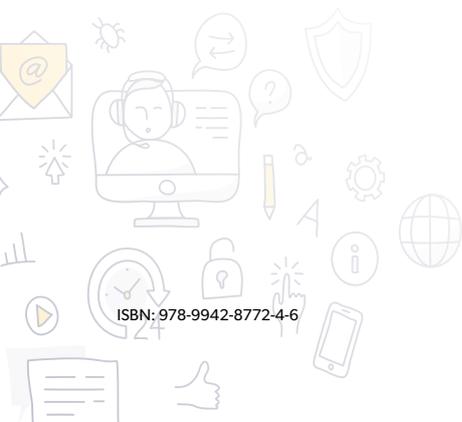
Desarrollo de la secuencia formativa

Tema: Análisis de problemas de sistemas de producción y de servicios para su optimización.

Objetivo: Aplicar métodos de programación lineal mediante el uso de modelos matemáticos para la resolución de problemas que requieren optimización.

Contenidos:

1. Delimitación de problemas o necesidades reales de sistemas de producción y de servicios.
2. Caracterización del Método Gráfico para resolver problemas de programación lineal con dos variables de decisión.
3. Caracterización del Algoritmo Simplex para resolver problemas de programación lineal con tres o más variables de decisión.



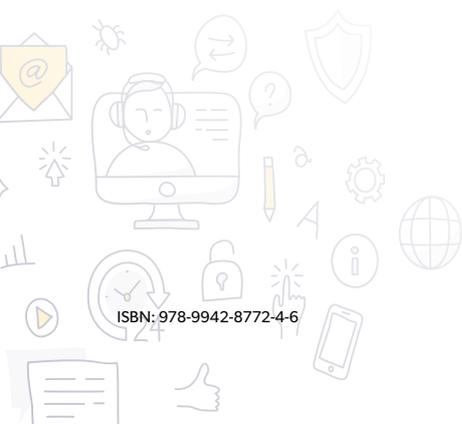


Actividades de aprendizaje (redacción dirigida al estudiante)

Actividad 1: Delimitación de problemas o necesidades reales de sistemas de producción y de servicios.

<p>¿Qué vamos a lograr?</p>	<p>Seleccionar dos problemas de programación lineal para determinar su pertinencia y forma de abordaje metodológico, mediante la técnica de la lluvia de ideas. La intención es despertar el interés en los estudiantes a partir de la selección de temas actuales conocidos.</p> <p>Identificar los conocimientos previos sobre la toma de decisiones en contextos de optimización, mediante una actividad diagnóstica.</p> <p>Abrir el debate por 15 minutos.</p>
<p>¿Cómo lo vamos a lograr?</p>	<p>1. Participando abiertamente en un foro virtual, comparta y comente noticias de actualidad sobre problemas en sistemas productivos o de servicios en cualquier organización.</p> <p>Material a utilizar: Video de YouTube seleccionado, canales de noticias, portales web relacionados con la problemática empresarial y lectura seleccionada.</p>

<p>¿Cómo lo vamos a lograr?</p>	<p>3. Redactando los enunciados de las problemáticas seleccionadas por todos. Incluya datos de producción, especificaciones técnicas de las maquinarias involucradas en el proceso productivo, así como datos de costos y ganancias que se obtengan de las noticias y documentos relacionados para cada caso.</p> <p>El docente retroalimenta sobre lo trabajado, indica el tema de la próxima clase y explica el trabajo autónomo a desarrollar fuera de los ambientes de aprendizaje.</p>
<p>¿Cómo lo vamos a evaluar?</p>	<p>La técnica de evaluación será el debate. Se evaluará con una rúbrica para exposiciones, cuyos criterios son: nivel de profundidad de la argumentación, oratoria, organización, asertividad y manejo del tiempo.</p> <p>Trabajo autónomo: realice de forma colaborativa un video explicativo con las temáticas seleccionadas y los enunciados de las problemáticas construidos. Súbalo al canal de YouTube del paralelo.</p> <p>El docente explicará a los estudiantes pautas claras para que realicen la coevaluación a sus compañeros de clase, suministrándoles los criterios, instrumentos y rúbrica a utilizar.</p> <p>Nota: Como se trabajarán ambas problemáticas seleccionadas por todo el salón, la calificación será la misma para cada estudiante.</p>



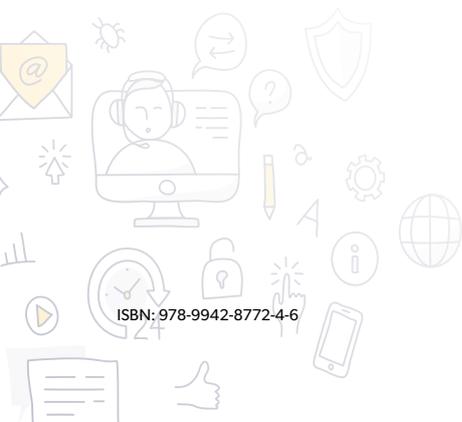


Actividad 2: Caracterización del Método Gráfico para resolver problemas de programación lineal con dos variables de decisión.	
¿Qué vamos a lograr?	<p>Desagregar de forma constructiva-colaborativa las características esenciales de un problema de programación lineal como paso previo para estructurar posteriormente el modelado matemático a partir de dos variables de decisión y de los conocimientos previos sobre el Álgebra Lineal.</p> <p>Resolver el problema seleccionado con dos variables de decisión, mediante actividades prácticas interactivas, el foro virtual de participación y el acompañamiento tutorial del docente.</p> <p>Abrir el debate por 15 minutos.</p>
¿Cómo lo vamos a lograr?	<p>1. Identifica a partir del enunciado 1 construido (definición del problema), las variables de decisión del problema y determina si se trata de un caso de maximización o de minimización. Material a utilizar: mapas mentales, guía didáctica de aprendizaje y software de investigación de operaciones.</p> <p>1. Identifica a partir del enunciado 1 construido (definición del problema), las variables de decisión del problema y determina si se trata de un caso de maximización o de minimización. Material a utilizar: mapas mentales, guía didáctica de aprendizaje y software de investigación de operaciones.</p>

¿Cómo lo vamos a lograr?

2. Construye el modelo matemático que incluye las variables de decisión, la función objetivo y la construcción de las restricciones del sistema con la problemática a resolver. Las variables deben ser mayores o iguales que cero, por lo tanto, debe agregarse al modelo matemático, la restricción de la no negatividad. Al tratarse de programación lineal, todas las ecuaciones e inecuaciones del modelo matemático serán de primer grado.

3. Resuelve el modelo matemático aplicando el método gráfico de la Programación Lineal. Para ello identifica los puntos de corte con los ejes de cada restricción del sistema y de la función objetivo. Grafica en un sistema de plano cartesiano, cada una de las rectas (restricciones y función objetivo), diferenciándolas con su nombre. Identifica el área o región factible, definiendo la dirección de cada recta de las restricciones del sistema, evaluando en cada una de ellas valores cercanos al origen (0,0) para validar el cumplimiento de cada inecuación.



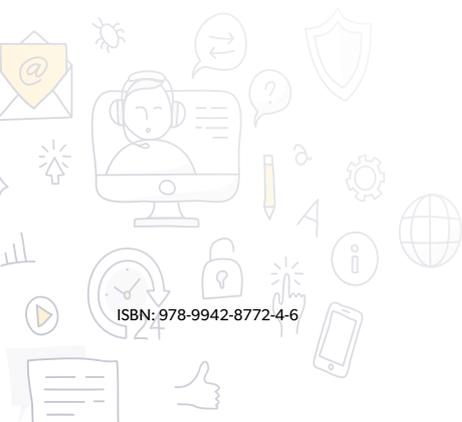
¿Cómo lo vamos a evaluar?

El área hacia la cual converjan todas las direcciones de las rectas será la región factible.

Si el caso en estudio es de maximización, trasladar la recta de la función objetivo hasta el punto de corte más alejado del origen dentro del área o región factible, para identificar la coordenada (X,Y) de solución.

Si el caso en estudio es de minimización, trasladar la recta de la función objetivo hasta el punto de corte más cercano del origen dentro del área factible, para identificar la coordenada (X,Y) de solución.

El método gráfico también se puede resolver utilizando un software de Investigación de Operaciones para casos de programación lineal que evalúe de forma iterativa cada solución básica factible (todas las intersecciones o vértices del área o región factible) hasta identificar la mejor alternativa de decisión para las variables de decisión X,Y .

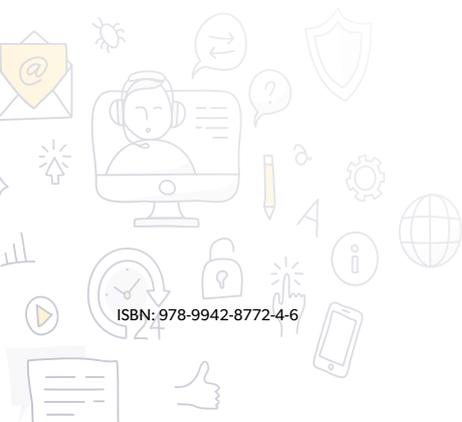


¿Cómo lo vamos a lograr?

Una semana antes de la clase, el docente proporcionará un video sobre el Programa de introducción de cítricos (CCPP por sus siglas en inglés, Citrus clonal Protection Program) de la Universidad de California, de manera que los estudiantes lo visualicen antes de la clase y comprendan el proceso y su importancia. Durante la clase presencial se responderán las dudas y se complementará la información que requieran los estudiantes sobre los conceptos y las ventajas de la técnica de la microinjertación en cítricos.

Reemplace los valores de X y de Y en la función objetivo, para conocer el valor óptimo de programación lineal.

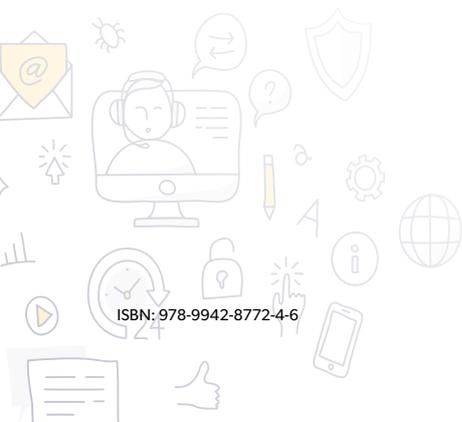
Genere el cuerpo de conclusiones correspondientes traduciendo los resultados de acuerdo con las variables de decisión establecidas al inicio, indicando la decisión que debe ser tomada y el valor óptimo que se obtendrá con dicha decisión según sea el caso de maximización o de minimización. Como criterio de aceptación de los resultados se considera que los mismos deben circunscribirse en los límites establecidos en las restricciones del modelo matemático.



¿Cómo lo vamos a evaluar?

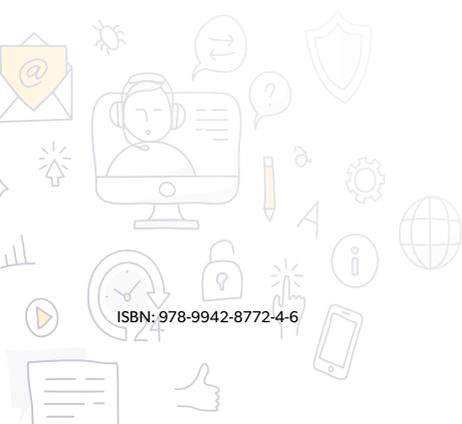
La técnica de evaluación será el análisis de contenido mediante un cuestionario en línea. Se evaluará con una rúbrica para resolución de ejercicios matemáticos, cuyos criterios son: precisión en la identificación de las dos variables de decisión, construcción de ecuaciones e inecuaciones de cada restricción y función objetivo, estructuración del modelo matemático, aplicación del algoritmo gráfico, interpretación de resultados y generación de informe de conclusiones y recomendaciones a seguir.

Trabajo autónomo: cada equipo de cuatro estudiantes diseñará de forma colaborativa un meme educativo, relacionado con el método gráfico. El docente explicará a los estudiantes pautas claras para que realicen la autoevaluación y la coevaluación a sus compañeros de clase, suministrándoles los criterios, instrumentos y rúbrica a utilizar.



Actividad 3: Caracterización del Algoritmo Simplex para resolver problemas de programación lineal con tres o más variables de decisión.

<p>¿Qué vamos a lograr?</p>	<p>Mediante un juego en línea, refrescar los conocimientos previos sobre el método de Gauss-Jordan y matrices pertenecientes al Álgebra Lineal. Se asignarán roles a los estudiantes para de forma vivencial identificar los factores relacionados con la temática a estudiar.</p> <p>Resolver el problema seleccionado de programación lineal de tres o más variables de decisión mediante actividades prácticas interactivas, el foro virtual de participación y el acompañamiento tutorial del docente.</p> <p>Diferenciar variables básicas y variables no básicas.</p> <p>Abrir el debate por 15 minutos.</p>
<p>¿Cómo lo vamos a lograr?</p>	<p>1. Identifica a partir del enunciado 2 construido (definición del problema), el número de variables de decisión del problema y determina si se trata de un caso de maximización o de minimización. Material a utilizar: infografía interactiva, guía didáctica de aprendizaje y software de investigación de operaciones.</p>



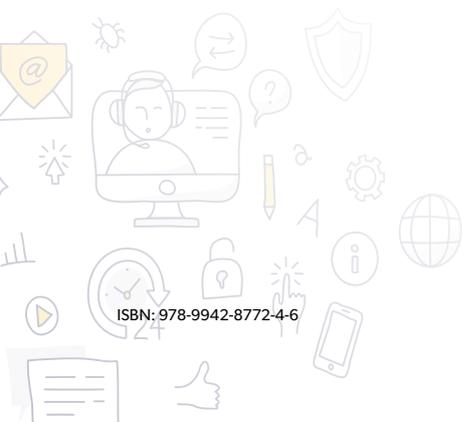
¿Cómo lo vamos a lograr?

3. Transformar el modelo matemático de la forma canónica a la forma estándar y construir el tablón simplex inicial en forma matricial.

Para ello debe evaluarse cada restricción del sistema:

a) Restricciones con signo menor o igual (\leq) con una función objetivo de maximizar. Se agrega una variable de holgura positiva S_n por cada restricción menor o igual del modelo matemático.

b) Restricciones del signo igual ($=$) se manejan como sigue: se le suma una variable artificial R_n a la restricción y se le resta dicha variable artificial a la función objetivo multiplicada con el coeficiente M , para aplicar el método de la Gran M . Luego se iguala a cero la función objetivo, pasando todos los términos al lado izquierdo de la ecuación. Se colocan aparte las restricciones que involucren M para calcular una nueva función objetivo. Luego se multiplica por $-M$ dichas restricciones para hacer desaparecer la M de la función objetivo. También puede despejarse la variable artificial R_n de cada restricción y reemplazarla en la función objetivo. Luego de resolver algebraicamente se obtendrá la nueva función objetivo.

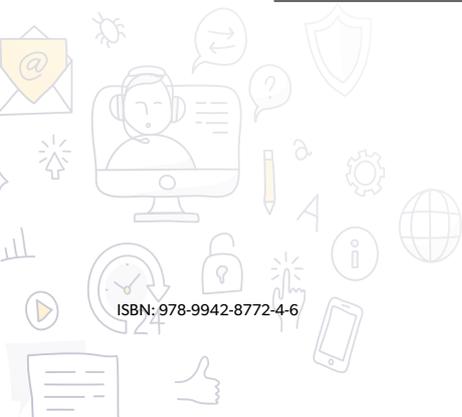


¿Cómo lo vamos a lograr?

c) Restricciones con signo mayor o igual (\geq): Se le resta a la restricción, una variable denominada neutra o de holgura S_n que no formará parte de las variables básicas iniciales. Se le suma una variable artificial R_n trabajándose como en el caso de las restricciones con igualdad (=).

Si el modelo matemático tiene únicamente restricciones con signo menor o igual, se iguala a cero (0) la función objetivo. Pero si hay otro tipo de restricciones (igualdad y mayor o igual) entonces debe hallarse una nueva función objetivo aplicando el método de la Gran M, tal y como se indicó al final del apartado b).

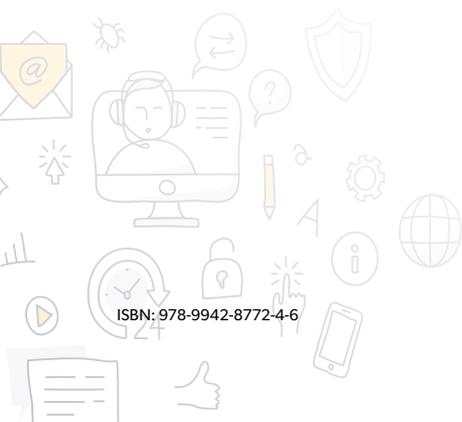
Construye la tabla simplex (forma tabular) de forma matricial. Introduce en la primera fila, las nuevas variables generadas (de holgura y artificiales) como variables básicas y las variables originales (de decisión) que son las variables no básicas. Introduce en la primera columna de la matriz, la ecuación Z y las variables básicas positivas que se hayan generado en la forma estándar. El cuerpo de la matriz se llena con los coeficientes de la función objetivo y de las restricciones en su forma estándar. La solución básica factible para el caso de maximización es óptima solo si todo coeficiente de la ecuación cero (0), o función objetivo es no negativo (≥ 0) (mayor o igual a cero).



¿Cómo lo vamos a lograr?

Desarrolla la tabla simplex para determinar la solución óptima del problema, seleccionando la variable con el coeficiente negativo más grande de la fila (Z) o fila de la ecuación cero (0). Coloca en un recuadro la columna que aparezca debajo de este valor o coeficiente que se le llamará columna pivote. Determina cuál es la variable básica que sale, dividiendo los elementos de la columna del lado derecho entre los valores de la columna pivote (excluyendo los valores negativos y el cero (0), Es decir, tomando los valores estrictamente positivos. Elige de la división anteriormente indicada, el menor valor obtenido, para identificar la fila Pivote. En caso de empates elije arbitrariamente cualquiera de las variables empatadas. Esto indica la variable básica inicial que entra. Construye un nuevo tablón simplex debajo del anterior, reemplazando la variable básica que sale (fila) por la que entra (columna).

Transforma a más uno (+1) el coeficiente de la nueva variable básica, correspondiente a la intersección de la fila pivote con la columna pivote. Elimina el coeficiente de la nueva variable básica de las otras ecuaciones de forma iterativa, mediante la transformación a cero del resto de los valores de la columna pivote, aplicando una reducción Gaussiana.

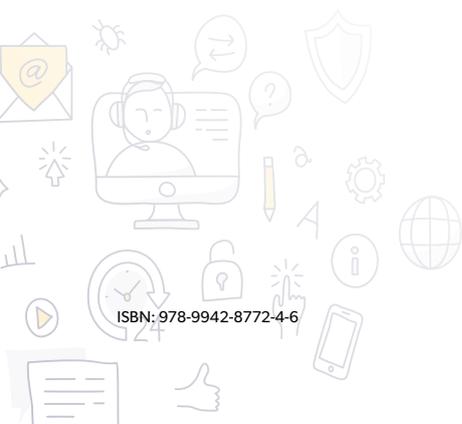


¿Cómo lo vamos a lograr?

Completada la nueva tabulación simple, observar la fila de la ecuación cero (0) y si todos los coeficientes de "Z" son no negativos (positivos o cero) se tiene la solución óptima, de lo contrario hay que seguir iterando, volviendo al primer paso de este procedimiento. Una vez obtenida la solución óptima, reemplace los valores de cada una de las variables no básicas en la función objetivo, para conocer el valor óptimo de programación lineal.

También se puede resolver utilizando un software para la resolución del algoritmo simple, mediante iteraciones sucesivas que generen soluciones básicas factibles que vayan aproximándose a la solución óptima del problema.

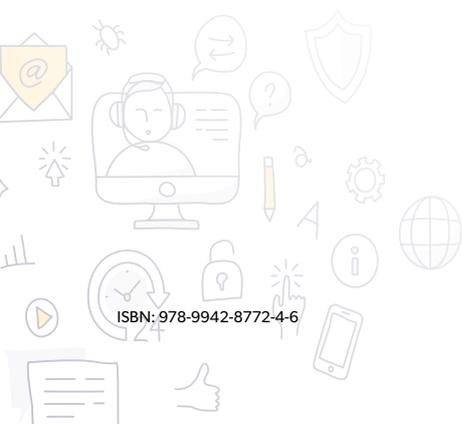
Genere el cuerpo de conclusiones correspondientes traduciendo los resultados de acuerdo con las variables de decisión establecidas al inicio, indicando la decisión que debe ser tomada y el valor óptimo que se obtendrá con dicha decisión.



¿Cómo lo vamos a evaluar?

La técnica de evaluación será el análisis de contenido mediante un Taller. Se evaluará con una rúbrica para resolución de ejercicios matemáticos, cuyos criterios son: precisión en la identificación de variables de decisión, variables de holgura y variables artificiales, construcción de ecuaciones e inecuaciones de cada restricción y función objetivo, estructuración del modelo matemático, construcción del tablón simplex inicial, aplicación del algoritmo simplex, interpretación de resultados parciales y final, generación de informe de conclusiones y recomendaciones a seguir.

Trabajo autónomo: preparar una actividad lúdica que represente la resolución de problemas reales con el algoritmo Simplex. Se suministrará un instrumento y rúbrica para realizar autoevaluación, heteroevaluación y coevaluación de la actividad.



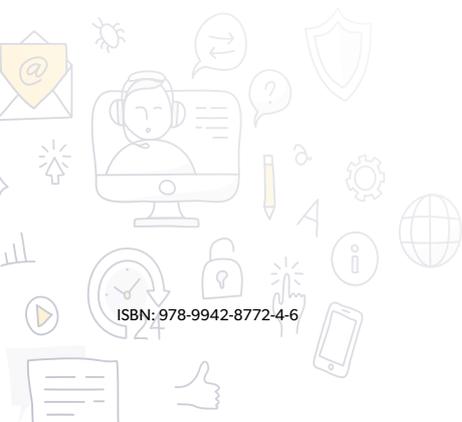
Reflexiones finales

Las tendencias mundiales de orden tecnológico, económico, ambiental y social requieren técnicas y herramientas flexibles que faciliten tomar decisiones estratégicas, tácticas y operativas en las organizaciones, por lo cual el uso de herramientas cuantitativas para la toma de decisiones ha evolucionado al mejorar el proceso matemático, dando origen a nuevas tendencias y desarrollo de técnicas para resolver problemas particulares, que van más allá de la toma de decisiones en entornos complejos.

El aprendizaje de la Programación Lineal es cada día más necesario para todos los campos profesionales por permitir la toma de la mejor decisión fundamentada en métodos y algoritmos científicos. Como la Programación Lineal se circunscribe en el campo de las Matemáticas, se desprende la pertinencia de dicho campo como instrumento válido para el modelado de diferentes problemáticas que requieran de la selección de la mejor opción para su solución y la consecuente búsqueda por incrementar los indicadores de productividad de las organizaciones o sistemas.

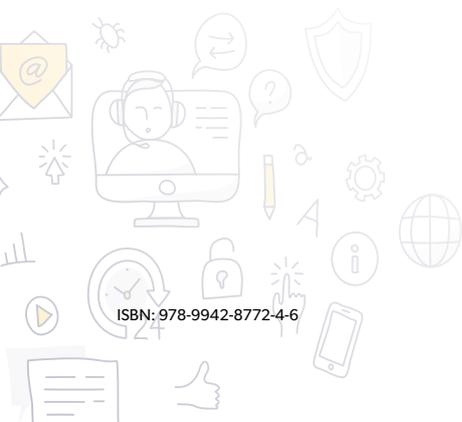
Entre las dificultades que pueden tener los estudiantes con el aprendizaje de esta temática, se encuentra la realidad del conocimiento previo que tienen sobre la asignatura. También influyen algunos vacíos de conocimiento de asignaturas previas que se requieren para el mejor entendimiento y desarrollo de competencias específicas en Investigación de Operaciones. Por otra parte, emerge el factor del miedo al nuevo conocimiento, la resistencia al cambio y la ausencia de hábitos formales para la toma de decisiones. La calidad de los resultados obtenidos dependerá de la confiabilidad de los datos que se utilicen en cada problema identificado para su modelaje matemático.

Debido a las características propias de todo ambiente académico, la asignatura se desarrolla bajo escenarios simulados de la vida real, por ello no se contempla en esta secuencia didáctica las fases de la investigación de Operaciones relacionadas con la validación de los resultados obtenidos ni la implementación de los mismos en la realidad. No obstante, en los materiales teóricos y audiovisuales que se suministran a los estudiantes se explican cada una de las fases que deben seguirse en todo estudio de Investigación de Operaciones.



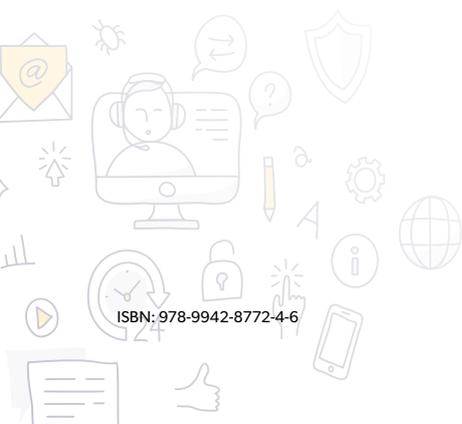
Los logros que pueden obtener los estudiantes en términos de aprendizaje son muchos. La Programación Lineal es un modelo determinístico que no depende de la probabilidad y promueve la interpretación de datos para la toma de decisiones estratégicas. La abstracción en cuanto a la formulación de ecuaciones a partir de problemas y enunciados reales y la posterior interpretación de los resultados que arrojan los softwares aplicados en función de las variables de decisión establecidas en el correspondiente modelo matemático.

En conclusión, por medio de esta secuencia didáctica se presentan opciones muy concretas para resolver problemas de sistemas productivos y de servicios, que les permitan a los estudiantes apropiarse de los conocimientos y desenvolverse de forma más independiente en cuanto a su aprendizaje se refiere, sin dejar de considerar el rigor y disciplina que debe cumplirse en todo proceso formativo de nivel universitario. En cuanto al ABP se requiere del desarrollo de eficientes canales de comunicación y organización, así como el pensamiento lógico y científico necesario para evaluar alternativas, evidencias y asumir posturas específicas. Por todo lo expuesto, resulta inevitable en este documento dejar planteada la necesidad de orientar los contenidos académicos hacia la reflexión, la aplicabilidad en contextos complejos y la generación de nuevos conocimientos mediante la investigación transdisciplinaria.



Referencias

- Ackoff, Rusell (2006). Planificación de la Empresa del Futuro. México. Limusa.
- Ames, Carole (1992). Classrooms: goals, structures, and student motivation. *Journal of Education Psychology*, 84(3), 261-271. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.84.3.261>
- Barron, Brigid (2006). Interest and self-sustained learning as catalysts of development: A learning ecology perspective. *Human Development*, 49(4), 193-224. <https://doi.org/10.1159/000094368>
- Bazaraa Mokhtar, Jarvis John (2005). Programación Lineal y Flujo en Redes. 2a. edición. México. Limusa.
- Carlino, Paula (2002). ¿Quién debe ocuparse de enseñar a leer y a escribir en la uni-versidad? Tutorías, simulacros de examen y síntesis de clases en las humanidades. *Lectura y vida*, 23(1).
- Díaz Barriga, Ángel (2013). Secuencias de aprendizaje. ¿Un problema del enfoque de competencias o un reencuentro con perspectivas didácticas? *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 17(3), 11-33. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/567/56729527002.pdf>
- Feldman, Daniel (2010). Aportes para el desarrollo curricular. *Didáctica general*. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación. Recuperado de: <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL002480.pdf>
- Ferreiro, Emilia (2006). Nuevas tecnologías y escritura. Reflexiones pedagógicas. *Docencia*, 30, 46-53. Recuperado de: <http://cmap.upb.edu.co/rid=1R9Y8JXLP-KQHRCR-QY/Nuevas%20tecnolog%C3%ADas%20y%20escritura.pdf>
- G. D. Eppen, J. F. Gould, C. P. Schmidt, Jeffrey H. Moore, Larry W. Weatherford (2000). Investigación de Operaciones en la ciencia administrativa: construcción de modelos para la toma de decisiones. Pearson Education, Prentice Hall. Quinta Edición, México.
- Goetz, Thomas; Nett, Ulrike; Martiny, Sarah; Hall, Nathan; Pekrun, Reinhard; De-ttmers, Swantje & Trautwein, Ulrich (2012). Students' emotions during homework: structures, self-concept antecedents and achievement outcomes. *Learning and Individual Differences*, 22(2), 225-234. <https://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2011.04.006>



- González Ariza, Ángel León (2003). Manual práctico de Investigación de Operaciones I. Ediciones Uninorte. Barranquilla, Colombia. Tercera Edición.
- Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos & Baptista Lucio, Pilar (2008) Metodología de la investigación (4ta Ed.). México D. F.: McGraw Hill.
- Hillier Frederick y Lieberman Gerald (2010). Introducción a la Investigación de Operaciones. Mc Graw Hill. Novena edición, México.
- Marin Pinillos, Benito (1994). Técnicas de Optimización. Facultad de Ingeniería, UNAM. México.
- Rincón Abril, Luis Alberto (2001). Investigación de Operaciones para Ingenierías y Administración de Empresas. Unibiblos – Universidad Nacional de Colombia. Colombia.
- Taha Hamdy (2004). Investigación de Operaciones. Pearson, Prentice Hall. Séptima Edición. México.
- Wayne L. Winston (2005). Investigación de Operaciones, operaciones y algoritmos. (4ta Edición) México. International Thomson editores.

