

UNA PROPUESTA PARA EL ESTUDIO DIRIGIDO DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL EN EL MARCO DEL ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR

Blanca M^a Pérez Gladish
M^a Antonia González de Sela Aldaz
Raquel Quiroga García
Isabel M^a Manzano Pérez
M^a Victoria Rodríguez Uria

Universidad de Oviedo

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo consiste en suscitar el debate en torno a algunos de los cambios en la práctica docente que conllevará la aproximación a la filosofía de la convergencia europea. En concreto, expondremos una propuesta de elaboración de una *Guía Aprendizaje Orientado para el estudio de la Programación Lineal*, tema de la asignatura troncal del segundo curso de la Licenciatura en Administración y Dirección de Empresas: *Métodos Matemáticos para la Administración y Dirección de Empresas*. La *Guía de Aprendizaje Orientado* propuesta dirigirá al alumno en la profundización y ampliación de los contenidos planteados en las clases presenciales incentivándole en la realización de diversas actividades prácticas relacionadas con la materia objeto de estudio. Para ello la *Guía* debería en primer lugar, permitir al alumno conocer con detalle cuáles son los objetivos de conocimiento y cuáles son las competencias que se espera adquiera cursando el tema objeto de estudio. Por último, pero no por ello menos importante, la *Guía* debe facilitar al alumno el control del grado de adquisición de conocimientos a lo largo del tema.

1. INTRODUCCION

Con la firma de la Declaración de Bolonia en 1999, los Ministros de Educación de los países de la Unión Europea, se han comprometido a promover la convergencia entre los sistemas nacionales de Educación Superior, mediante la creación de un Espacio Europeo de Educación Superior antes del 2010. A cinco años escasos de esta fecha tope se hace necesario establecer un debate profundo sobre las implicaciones del cambio de sistema en la enseñanza universitaria pública española y una de las implicaciones que más directamente nos afectará como profesores será la modificación de los proyectos docentes de las asignaturas que impartimos.

Las reformas en los proyectos docentes que traerá consigo la integración en el Espacio Europeo de Educación Superior harán modificar, en muchos sentidos, la comprensión de la función educativa en relación con los roles tradicionales. El significado de la palabra “docente” se ampliará. El docente se convertirá en un *facilitador*, un orientador de trabajos y líneas formativas y en un cierto sentido, “en el mentor que acompañará al alumnado en su camino de formación, un camino que él, debe recorrer activa y libremente” (Loscertales, F., 2002).

Se ha reflexionado mucho sobre el rol del docente universitario; Gisbert (1999) considera que en el escenario del Espacio Europeo de Educación Superior el profesor universitario deberá realizar las siguientes tareas:

- **Consultará información**, ayudando a los alumnos a acceder a la misma y enseñándoles a utilizar las herramientas tecnológicas para su búsqueda.
- **Fomentará la colaboración en grupo**, favoreciendo la resolución de problemas mediante trabajo colaborativo, tanto en espacios formales como informales.
- **Facilitará el aprendizaje**, no sólo será transmisor de la información sino también facilitador de la formación de alumnos críticos, de pensamiento creativo dentro de un entorno de aprendizaje colaborativo.
- **Diseñará cursos y materiales.**
- **Tutorizará a los alumnos**, tendrá que diagnosticar las necesidades académicas del alumno, ayudarles a seleccionar sus programas de formación, realizar el seguimiento y supervisión de los alumnos.

Muchos docentes muestran en diferentes foros su preocupación respecto de su futuro rol en la Universidad. La reducción de la clásica docencia presencial donde el principal método de enseñanza es la lección magistral, puede causar inquietud en

muchos profesores universitarios. Sin embargo, debemos pensar que estos “miedos” iniciales pueden ser superados sin dificultad. Un ejemplo de una película, que cita la profesora Mercé Gisbert (1999), es muy claro respecto del que será probablemente el papel del docente en la universidad del futuro: En *Fatal Atracción* el protagonista, profesor universitario, imparte su clase con todo el adecuado aparato tecnológico para terminar diciendo a su alumnado: “Todo esto está en los libros señalados menos el 10% que es lo que justifica mi presencia aquí”. Probablemente, ese 10% se dedique a docencia presencial y el 90% restante sea responsabilidad del alumno, con la indispensable guía del profesor fuera del aula.

Parece claro pues, que a partir del 2010 la *lección magistral* como método principal de enseñanza tenderá a desaparecer enfatizándose más el papel del trabajo individual y en grupo del alumno. La nueva metodología educativa deberá estar centrada en el estudiante permitiendo flexibilidad en el sentido de adaptarse a las necesidades de los alumnos, que pueden ser cambiantes.

¿Cuál es el papel de las nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) en este contexto? La práctica totalidad de Universidades españolas cuentan con un aula virtual, de apoyo a la docencia presencial en la mayoría de los casos, y totalmente virtual en algunos casos concretos y estas experiencias harán la transición al nuevo sistema docente “más suave” dado que la filosofía de las TIC consiste en favorecer “la idea de que lo verdaderamente importante es la consecución de unos objetivos y un grado óptimo de calidad más que la presencia física en un lugar y tiempo concretos...” (Gisbert, M., 1999).

Las metodologías ofrecidas por la mayoría de Aulas Virtuales incorporan foros de debate, chats, consultas por correo electrónico... intentando mostrar al alumno que no está solo en su proceso de aprendizaje, sensación que es habitual en los contextos tradicionales de enseñanza virtual. Sin embargo, estas herramientas no son suficientes: las TIC no han de sustituir en manera alguna el papel del profesor universitario ni han de suponer forzosamente para el alumno un aprendizaje autoguiado: los contenidos facilitados en el Aula Virtual deben ser precedidos de una Guía de Estudio que oriente al alumno en el aprendizaje tomando como referencia esencial la docencia presencial.

Con el presente trabajo pretendemos plantear una propuesta de elaboración de una *Guía de Aprendizaje* para un tema “Programación Lineal” de una asignatura troncal del segundo curso de la Licenciatura en Administración y Dirección de Empresas: *Métodos Matemáticos para la Administración y Dirección de Empresas*.

El objetivo de la *Guía de Aprendizaje* consiste en permitir al alumno conocer con detalle cuáles son los objetivos de conocimiento y cuáles son las competencias que se espera que adquiera cursando el tema, permitiéndole a su vez controlar el grado de adquisición de conocimientos que va alcanzando a lo largo del curso. En la *Guía* aparecen una serie de tareas encaminadas a manejar la información ofrecida de formas diversas, con diferente nivel de dificultad y profundidad, y ayudando al alumno a regular su aprendizaje, a detectar lagunas y ofreciéndole medios para subsanarlas.

En el siguiente epígrafe se recogen algunas consideraciones surgidas durante la elaboración de la *Guía* con la intención de poner de manifiesto las partes de la misma en las que nos hemos encontrado los mayores inconvenientes. A continuación, se presenta la propuesta que hemos realizado de la *Guía de Aprendizaje* que recibiría el alumno, para finalizar el trabajo con un apartado de conclusiones.

2. ALGUNOS COMENTARIOS SOBRE LA GUIA DE APRENDIZAJE

La elaboración de la *Guía* ha suscitado un arduo debate entre las autoras del trabajo a la vez que ha puesto de manifiesto las dificultades que conlleva la preparación de la misma, sobre todo en la estimación de tiempos de estudio para el alumno y en la elección de un único manual que sea el más idóneo, dado el nivel de conocimientos previos del alumno.

La *Guía* aquí propuesta surge, por tanto, del consenso alcanzado tras el debate anterior y pretende únicamente ser una orientación de las futuras guías de aprendizaje que el alumno recibirá para los temas y las asignaturas objeto de estudio en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior. Esta *Guía* se encuentra, por tanto, abierta a las sugerencias y críticas del resto de docentes que sin duda serán de gran utilidad para la mejora continua de la misma.

A continuación, planteamos algunas de las reflexiones surgidas durante la elaboración de la *Guía* así como algunos comentarios que pretenden reflejar algunas de las dificultades e incertidumbres a las que nos hemos enfrentado en el proceso de elaboración de la misma.

La *Guía* de aprendizaje comienza con la introducción al tema de Programación Lineal, pasando seguidamente a detallar los objetivos, capacidades y competencias que el alumno podrá adquirir al estudiar dicho tema. Así por ejemplo, a través de la

realización de ejercicios prácticos y del trabajo en grupo propuesto debe ser capaz de transcribir un problema económico-empresarial sencillo al lenguaje matemático, concretamente mediante un modelo lineal.

A continuación hemos creído importante explicitar los conocimientos previos de los que el alumno debe disponer para poder entender perfectamente la materia a la que se va a enfrentar. Así, hacemos referencia a algunos conceptos y resultados fundamentales incluidos en algunos de los temas precedentes y también a conocimientos de cursos anteriores que tienen especial aplicación y/o utilidad en este ámbito de estudio. Pensamos que de esta manera el alumno puede darse cuenta si tiene deficiencias o lagunas en cuanto a conocimientos previos y necesarios y subsanarlas a tiempo, antes de enfrentarse con el tema en cuestión.

Posteriormente, en la *Guía* le proporcionamos el programa de la unidad didáctica así como un texto de referencia y una bibliografía complementaria. La elección del texto de referencia ha sido uno de los aspectos de mayor debate entre las autoras del trabajo debido a la dificultad que supone elegir un único texto que se adapte, manteniendo el rigor matemático necesario, a la capacidad de estudio, análisis y comprensión, que nuestros alumnos presentan cuando se enfrentan al estudio del tema. Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores hemos elegido como manual de referencia el texto de los profesores Balbas y Gil (1992), “Programación Matemática” de la Editorial AC. Asimismo, somos conscientes de que dicho manual es fundamentalmente teórico y no cubre de manera suficiente las aplicaciones prácticas del tema. No obstante nuestros alumnos disponen, en la plataforma virtual AULANET de la Universidad de Oviedo, de resúmenes teóricos y ejercicios resueltos y comentados que forman parte del material complementario de esta asignatura y que han sido elaborados por las profesoras de la misma. Además, en la bibliografía complementaria hemos incluido varios textos prácticos.

En la *Guía* de aprendizaje hemos incluido también un plan de trabajo que va indicando al alumno el orden en que debe ir estudiando, a la vez que le aporta unas directrices en las que siguiendo el texto se le va guiando, destacando las partes fundamentales del mismo y proponiéndole algunos ejercicios sencillos de aplicación de los conocimientos teóricos que está adquiriendo.

Hemos elaborado la *Guía* suponiendo que el alumno recibirá clases presenciales en tres momentos de tiempo distintos. Las dos primeras sesiones se dedicarán al

desarrollo teórico del tema, mientras que en la tercera sesión se resolverán diversos ejercicios prácticos que se han propuesto al alumno.

Consideramos importante que el alumno aprenda a manejar un programa informático, concretamente LINDO, que le permita resolver con mayor rapidez programas lineales de mayor complejidad.

Para favorecer el desarrollo de la capacidad de trabajo en grupo de los alumnos, así como su capacidad crítica y autocrítica les propondremos la realización de un trabajo colectivo en el que puedan aplicar los conocimientos adquiridos y que deberá ser expuesto en el aula. Hemos establecido las tutorías en grupo como parte de las actividades académicas dirigidas, para ayudar a los diferentes grupos de trabajo en el planteamiento y elaboración de los trabajos.

Además, al finalizar cada parte del plan de trabajo incluido en la *Guía* se recogen los resultados del aprendizaje realizado hasta ese momento, con el objeto de que el alumno pueda controlar el grado de adquisición de conocimientos que va alcanzando. Si el alumno detecta que alguno de estos resultados no se han alcanzado, dispone de tutorías personalizadas en las que el profesor le ayudará a resolver las dudas que se le planteen. A través de ellas el profesor tratará de corregir hábitos y conceptos mal adquiridos e intentará captar el nivel al que se encuentra el alumno ofreciéndole material complementario en caso de considerarse necesario.

En la última parte de la *Guía* hemos realizado el proceso de temporalización, indicando cuánto tiempo hemos decidido dedicar a clases presenciales teóricas y prácticas y cuánto a trabajo personal del alumno y a actividades académicas dirigidas.

Una de las cuestiones que se nos planteó fue la de medir las horas de trabajo personal del alumno, lo cual suscitó de nuevo un importante debate entre las autoras del trabajo. Además, dado que no sabemos el número de horas de aula de las que dispondremos en el nuevo marco de educación, nos aventuramos a afirmar que el proceso de temporalización puede resultar al principio inadecuado. Por ello consideramos útil la información que los propios alumnos pueden proporcionarnos, a través de encuestas personales, sobre tus tiempos reales de estudio para reajustar progresivamente la temporalización propuesta.

La temporalización que aparece en la *Guía*, y que se explicará a continuación, se ha realizado tomando como referencia la experiencia piloto que se está desarrollando en la Universidad Pablo Olavide de Sevilla. La nueva unidad de medida, es decir el crédito ECTS, está basado en el trabajo que el alumno debe realizar para adquirir los

conocimientos y competencias adecuados. El valor estimado del trabajo del alumno supone una media de 25-30 horas de trabajo por crédito.

Sobre esta base y tomando como referencia las 10 horas que en el plan de estudios vigente dedicamos a desarrollar el tema de Programación Lineal al que se refiere la *Guía de Aprendizaje*, dispondríamos de un total de 25 horas¹ en las que el alumno debe aprender el tema propuesto. Hemos distribuido esas 25 horas de la siguiente manera (Tabla 1):

- Como el Real Decreto 1497/1987, admite una reducción de hasta el 30% de las horas presenciales hemos aplicado tal reducción quedándonos con 7 horas, de las cuales 3 corresponderían a clases teóricas, 2 horas a prácticas de tablero y las dos horas restantes a prácticas en el aula de informática.

- Para la asimilación y estudio por parte del alumno de la materia que el profesor le ha proporcionado en las clases anteriores se estima que el alumno necesitaría dos horas más por cada hora teórica y hora y media por cada hora práctica (tablero e informática) resultando en nuestro caso un total de nueve horas.

- De las horas restantes, hemos asignado seis horas a trabajo personal (estudio individual y realización del trabajo), dos para la realización de seminarios en grupo y exposición del trabajo y una hora para la realización de una prueba que permita evaluar al alumno.

Teniendo en cuenta todas las consideraciones anteriores proponemos una *Guía de Aprendizaje* cuyo formato detallamos a continuación.

3. PROPUESTA DE GUÍA DE APRENDIZAJE ORIENTADO PARA EL ESTUDIO DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL

3.1. Introducción

En este tema se plantea el estudio y resolución de programas lineales, es decir, se exponen técnicas para la resolución de problemas de optimización en los que la función objetivo y las funciones que definen las restricciones sean lineales.

¹ En la actualidad dedicamos 1 crédito al estudio del tema, y hemos supuesto que seguiremos dedicando un crédito ECTS al estudio del tema.

Debido a la gran cantidad de problemas reales que de forma natural se pueden formular en términos de un programa lineal, como problemas de transporte, asignación de recursos, programación de la producción, etc., y a la posibilidad de simplificar y resolver otros problemas de naturaleza más compleja mediante técnicas de programación lineal, este tema es considerado de gran importancia.

Mediante su estudio el alumno desarrollará las siguientes capacidades genéricas instrumentales: capacidad de análisis y síntesis al tratar de reflejar de forma simplificada, la compleja realidad económica a través de un programa matemático lineal. La búsqueda del óptimo en estos programas permitirá desarrollar la capacidad de resolución de problemas, de interpretación de resultados y la capacidad de toma de decisiones al aprender a elegir la mejor solución de entre todas las posibles.

Como competencias personales, la realización de trabajos colectivos favorecerá la capacidad de trabajo en grupo y las relaciones personales. Los debates suscitados en el aula le ayudarán a desarrollar la capacidad crítica y autocrítica. El proceso de enseñanza-aprendizaje aplicado para esta unidad didáctica, permitirá desarrollar la capacidad de aprendizaje autónomo.

Finalmente, desarrollará además una serie de competencias específicas ligadas a la aplicabilidad de los conocimientos matemáticos adquiridos al ámbito económico-empresarial, así como su habilidad para la búsqueda de información.

3.2. Conceptos Previos

En el tema a estudiar, Programación Lineal, se emplearán los conocimientos que el alumno ha adquirido sobre conjuntos y funciones convexas en el tema 2 del programa de esta misma asignatura. Asimismo, debe recordar el teorema local-global y el teorema de Weierstrass.

El instrumento básico utilizado es el Álgebra Lineal y Matricial, contenidos pertenecientes a la asignatura de primer curso: Elementos de Matemáticas para la Administración de Empresas.

Para el desarrollo teórico debe dominar sobre todo la notación matricial que se aplicará tanto a la definición de los programas como en las demostraciones realizadas a lo largo del tema.

Para la resolución práctica de los problemas de Programación Lineal, utilizaremos: el cálculo de matrices inversas, las operaciones con matrices y los

conceptos de cambio de base y dependencia e independencia lineal de un espacio vectorial.

3.3. Programación Lineal

En este tema nos ocuparemos de la formulación y estudio de las principales propiedades de los programas lineales. Estudiaremos asimismo, el algoritmo del Simplex como método de resolución de dichos programas.

Los epígrafes del tema son los siguientes:

- ✓ Formulación de un programa lineal: Forma canónica y estándar
- ✓ Resolución geométrica de un programa lineal
- ✓ Soluciones factibles básicas. Equivalencia con puntos extremos
- ✓ Teoremas fundamentales de la Programación Lineal
- ✓ Resultados fundamentales
- ✓ Resolución de un programa lineal: Algoritmo Matricial del Simplex
- ✓ Solución factible básica inicial. Variables artificiales. Método de las penalizaciones
- ✓ Análisis de sensibilidad

Se facilitarán una serie de lecturas introductorias a través de las cuales el alumno pueda conocer el concepto de la Investigación Operativa y concretamente, el de la Programación Lineal, su importancia y utilidad para la toma de decisiones, su perspectiva histórica, etc.

Para el estudio del tema utilizaremos como texto: BALBAS, A.; GIL, J.A. (1992): *Programación matemática*. Ed. AC, también se recomienda el uso de material complementario desarrollado por los profesores de la asignatura y disponible en la plataforma AULANET, en él se encuentran resúmenes teóricos, ejemplos prácticos y preguntas interactivas que pueden ayudar en la comprensión y estudio del tema.

Bibliografía complementaria:

ARRANZ SOMBRÍA, M.; PÉREZ GONZÁLEZ, M.P. (1997): *Matemáticas para la Economía. Optimización y operaciones financieras*. Ed. AC

ARRANZ SOMBRÍA, M.; GARCILLÁN, J. y otros (1998): *Ejercicios resueltos de matemáticas para la Economía. Optimización y operaciones financieras*. Ed. AC

BARBOLLA, R.; CERDÁ, E.; SANZ, P. (2000): *Optimización: cuestiones, ejercicios y aplicaciones a la Economía*. Ed. Prentice Hall

COSTA REPARAZ, E. (2003): *Matemáticas para el análisis económico*. Ed. Ediciones Académicas

COSTA REPARAZ, E.; LÓPEZ ARES, S. (2004): *Problemas y cuestiones de matemáticas para el análisis económico*. Ed. Ediciones Académicas

GASS, S. (1978): *Programación lineal. Métodos y aplicaciones*. Ed. MacGraw-Hill

GUERRERO CASAS, F. (1994): *Curso de optimización. Programación matemática*. Ed. Ariel Economía

PEREZ GRASA, I.; MINGUILLÓN, E.; JARNE, G. (2001): *Matemáticas para la Economía. Programación matemática y sistemas dinámicos*. Ed. McGraw-Hill

SYDSAETER, K.; HAMMOND, P. (1996): *Matemáticas para el análisis económico*. Ed. Prentice Hall

3.4. Propuesta de Trabajo

➤ El alumno comenzará leyendo las lecturas recomendadas que le darán una visión global del tema y le permitirán situar el mismo en un contexto más amplio como es la Investigación Operativa.

➤ Como primer paso, se impartirán unas clases presenciales en las que se desarrollará el tema y los resultados más importantes, con la finalidad de dar a conocer el objetivo del estudio de la Programación Lineal y los contenidos de la misma.

➤ En base a las clases presenciales recibidas, y utilizando el manual recomendado se pasará a estudiar en mayor profundidad los epígrafes del mismo.

Para estudiar este tema en el texto, se comenzará en el capítulo 7: Programación lineal (I). Planteamiento general (página 127 y siguientes).

- A la hora de estudiar el tema el alumno debe fijarse sobre todo en:
 - ❖ La formulación de un programa lineal, sus dos posibilidades: estándar y canónica así como el paso de una a otra. En la página 129 se explica como expresar un programa lineal en forma estándar con notación matricial, que se utilizará habitualmente.

❖ En el epígrafe siguiente del texto se puede ver la resolución geométrica de algunos programas lineales siguiendo lo estudiado en el tema introductorio de la Programación Matemática. Se trata de tres ejemplos, en cada uno de los cuales el programa tiene una particularidad: solución única, solución múltiple y solución ilimitada.

❖ Los epígrafes que siguen, nos proporcionan las definiciones de solución factible y solución factible básica. En la proposición 7.2 de la página 136 se demuestra la equivalencia entre un punto extremo o vértice del conjunto factible y una solución básica factible.

❖ Las definiciones y resultados anteriores nos permiten obtener los teoremas fundamentales de la programación lineal en las proposiciones 7.3, 7.4 y 7.5 (la solución de un programa lineal, si existe, se encuentra al menos en un vértice del conjunto de soluciones factibles).

❖ Una vez comprendidos los tipos de soluciones se prestará atención al significado de los resultados.

- Como ejercicio para utilizar los conceptos anteriores se pueden tomar los programas lineales de las páginas 130, 131 y 132 que están expresados en forma canónica y transformarlos a la forma estándar para después calcular alguna solución factible y solución factible básica de cada uno de ellos. Aprovechando que se ha hecho la representación gráfica de los correspondientes conjuntos factibles se puede localizar en ellos los puntos donde se encuentran las soluciones halladas.

- Se recomienda utilizar los ejercicios anteriores para ver cómo se corresponden las soluciones básicas factibles con los vértices de los polítopos.

Resultados del aprendizaje:

Al finalizar el estudio del capítulo 7 el alumno debe:

- ✓ Saber pasar de la forma canónica a la forma estándar de un programa lineal utilizando las variables de holgura, así como las características de estos en términos de convexidad.

- ✓ Resolver geoméricamente un programa lineal con dos variables de decisión, apoyándose en resultados teóricos que ha aprendido a lo largo del tema.

- ✓ Conocer el concepto de solución factible básica y su determinación a partir del conjunto de restricciones del programa en forma estándar.

- ✓ Conocer los resultados de las distintas proposiciones del tema.

- Los siguientes epígrafes se encuentran en el capítulo 8 del texto: Programación Lineal (II). Método Simplex (página 143 y siguientes)

- ❖ En la primera parte del capítulo se obtienen algunos resultados que permiten posteriormente establecer el Método del Simplex. Nos interesa sobre todo la proposición 8.1 en la que se desarrolla el paso de una solución factible básica a otra. Es importante sobre todo la forma que tiene esta nueva solución factible básica en función de la anterior. A continuación, en la proposición 8.2 se obtiene la relación entre los valores de la función objetivo en ambas soluciones factibles básicas de modo que se pueden comparar esos valores, cuestión fundamental para el desarrollo del algoritmo del Simplex.

La proposición 8.3 nos proporciona la relación entre los valores de la función objetivo en una solución básica factible y cualquier solución factible.

Basándonos en estas dos proposiciones se prueba fácilmente el “criterio de parada” (proposición 8.4) que constituye el fundamento del algoritmo del Simplex y los casos de solución múltiple (proposición 8.5) y solución ilimitada (proposición 8.6).

- ❖ Una vez estudiados los resultados teóricos en los que se basa el método del Simplex, pasaríamos ya a establecer el algoritmo que viene descrito a continuación en cinco etapas (páginas 150 y 151).

- ❖ Para estudiar este algoritmo de una forma secuencial puede servir de guía el organigrama proporcionado en la clase del día X. En la primera etapa partimos de una solución básica factible inicial; la obtención de esta primera solución no siempre es evidente, más adelante profundizaremos en el problema.

- En las páginas 152-154, en el ejemplo 1 se puede ver la resolución detallada de un programa lineal, siguiendo las etapas descritas anteriormente. Puesto que se trata de un programa con dos variables de decisión puede ayudar la representación geométrica para tener en cada momento una idea intuitiva de lo que se está haciendo.

- El problema de la obtención de la solución básica factible inicial lo resolveremos utilizando las denominadas variables artificiales, que nos facilitan la obtención de la matriz básica unidad para empezar a trabajar y aplicar el algoritmo del Simplex.

- Una vez determinada la solución básica factible de partida se observa que las variables artificiales son básicas. Necesitamos que dichas variables se anulen para que las restricciones del programa vuelvan a ser las originales. Para ello emplearemos el método de las penalizaciones. Este método lo estudiaremos en la página 157 del texto recomendado y se puede ver su aplicación en el ejemplo de la página 158 y siguientes.
- Posteriormente al estudio del tema, el profesor planteará una nueva clase presencial en la que a través del debate entre todos los alumnos se aclaren todas las dudas surgidas en el mismo. Además se propondrán una serie de ejercicios prácticos que se deberán resolver de manera individual. Dichos ejercicios, o al menos los que se consideren más complejos e importantes, serán resueltos en una nueva sesión en el aula.

Resultados del Aprendizaje:

Al finalizar el estudio del capítulo 8 el alumno debe:

- ✓ Saber generar una solución factible básica a partir de otra conocida.
 - ✓ Resolver un programa lineal cualquiera utilizando el método del Simplex.
 - ✓ Conocer el método de las penalizaciones para la resolución de programas lineales con variables artificiales.
 - ✓ Saber formular modelos matemáticos de Programación Lineal para diferentes tipos de restricciones y variables (disponibilidad de recursos, tiempo de la jornada laboral semanal, disponibilidad de los componentes de un producto, etc.).
- Sesión en el aula de informática: Se impartirán una serie de clases en el aula de informática, disponiendo de un ordenador por persona y con las que se pretende que el alumno sea capaz de resolver cuestiones prácticas ya propuestas en las clases presenciales, usando para ello el programa LINDO (Linear, Interactive and Discrete Optimizer).
- La primera sesión se dedicará a aprender el manejo de dicho software y la interpretación de la información suministrada en la salida del programa. En la segunda sesión se plantearán problemas más complejos con enunciados económicos y un mayor número de variables y restricciones para llevar a cabo su resolución e interpretación de los resultados obtenidos. Asimismo, se propondrá la realización de un trabajo en grupo.

Se formarán grupos de cuatro o cinco alumnos para la elaboración del trabajo que consistirá en el planteamiento y resolución de un problema económico-empresarial propuesto por el profesor y que se resolverá con el programa LINDO.

La exposición del mismo será oral pudiendo, tanto el profesor como el resto de los alumnos, plantear cuestiones teóricas relacionadas con el problema, a cualquier miembro del grupo.

Resultados del Aprendizaje:

- ✓ Terminadas las sesiones en el aula de informática el alumno debe ser capaz de interpretar los resultados obtenidos en la solución óptima: vector óptimo y valor de la función objetivo en él, valor de las variables de holgura y el valor de los costes reducidos del total de las variables del programa.

- Sesiones de tutorización en grupo: La realización de los trabajos en grupo exigirá una serie de reuniones periódicas entre el profesor y los diferentes grupos de trabajo en las que el profesor ayudará y dirigirá la elaboración del mismo.

3.5. Tutorías Personalizadas

El profesor está a disposición de los alumnos para ayudar a resolver todas las dudas que se puedan plantear durante el estudio del tema.

3.6. Evaluación

La evaluación de la unidad didáctica se basará en:

- La nota obtenida en una prueba parcial que constará de cuestiones teórico-prácticas y la resolución de problemas, con el fin de valorar la asimilación de conocimientos y la capacidad de aplicación de los mismos al ámbito de las Ciencias Económicas.
- La calificación del trabajo propuesto y realizado en grupo, así como su exposición y debate posterior.

Guía de Aprendizaje incluye una propuesta de tutorías personales y en grupo a las que el alumno debería asistir para apoyar su autoaprendizaje.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVAREZ, V., GARCÍA, E., FLORES, J., ROMERO, S. y otros (2003): Guía para la planificación y ejecución de la docencia. ICE Sevilla: Documento policopiado.

BALBAS, A.; GIL, J.A. (1992): *Programación matemática*. Ed. AC

DANTZING, G.(2002): “Linear Programming”. *Operations Research*, vol.50, pp.42-47

DOCUMENTO-MARCO DEL MINISTERIO DE EDUCACIÓN CULTURA Y DEPORTE (2003): “La integración del sistema universitario español en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior”

GISBERT, M. (1999): “El profesor del siglo XXI: de transmisor de contenidos a guía del ciberespacio”. Publicado en: <http://tecnologiaedu.us.es/edutec/2libroedutec99/libro/3.2.htm>

LOSCERTALES, F. (2002):”El rol del profesor ante el impacto de las nuevas tecnologías”. Publicado en: <http://tecnologiaedu.us.es/edutec/2libroedutec99/libro/3.3.htm>.

PONCE, J.; SOLÍS, G.; ULFE, L.: “Analista de Investigación de Operaciones”, www.lista-ioper.rcp.net.pe (15-5-2005)

PONCE, J.; SOLÍS, G.; ULFE, L.: “Origen y Naturaleza de la Investigación de Operaciones”, www.lista-ioper.rcp.net.pe (15-5-2005)

PONCE, J.; SOLÍS, G.; ULFE, L.: “Programación Lineal”, www.lista-ioper.rcp.net.pe (15-5-2005)

UNIVERSIDAD PABLO DE OLAVIDE (2004): “Guía Docente de Matemáticas. Proyecto piloto para la implantación del crédito ECTS en Andalucía”

VILLAR ANGULO. L.M. (2005): Documento adaptado del proyecto “Evaluación de un programa innovador de desarrollo profesional universitario (P.D.D.U.). Titulado Guía de Programación Universitaria basada en la práctica de clase”. Proyecto del MEC BSO2002-00774