

Diseño de un sistema de asignación automática de horario de clases: Caso UNITEC

Javier Fiallos, M.Sc.

Universidad Tecnológica Centroamericana, Tegucigalpa, Honduras, javier.fiallos@unitec.edu

Jorge García, M.Sc.

Universidad Tecnológica Centroamericana, Tegucigalpa, Honduras, jorge.garcia@unitec.edu

Jaime Pérez, M.Sc.

Universidad Tecnológica Centroamericana, Tegucigalpa, Honduras, jperez@unitec.edu

Resumen

La asignación de clases en las universidades es un problema que busca definir qué profesor debe impartir cada sección de cada clase, en qué horario y en qué aula. Por lo general se realiza de forma manual y toma mucho tiempo llegar a una solución aceptable. Este trabajo presenta el diseño de un sistema el cual incluye la obtención automática de datos de entrada y un modelo de programación entera para resolver el problema de asignación de clases en UNITEC. Considera todas las clases que se imparten en UNITEC y toma en cuenta las preferencias de los profesores para impartir cada clase, las preferencias de cada departamento respecto a los profesores y las preferencias de los alumnos sobre qué clases matricular. Este modelo encuentra la asignación óptima de cada clase a su respectivo profesor y horario. En una segunda fase, se asignan las aulas a cada clase. También se consideran restricciones especiales que evitan que ciertas clases se asignen al mismo horario aún si tienen diferentes profesores. El diseño servirá de base para la implementación de un software que permitirá la planificación automática del horario de clases de UNITEC.

Keywords: Scheduling, Time tabling, Integer Programming

1 INTRODUCCIÓN

El problema de asignación de clases en una universidad es bastante complejo ya que busca determinar qué secciones de cada clase o curso deben asignarse a qué profesores, en qué horarios y en qué aulas. Se define clase o curso como la asignatura o cuerpo de conocimientos que un grupo de estudiantes debe tomar. Las clases o cursos pueden tener una o más secciones. Las secciones de una clase se definen como los grupos mutuamente excluyentes de estudiantes que están matriculados en dicha clase.

Entre las principales dificultades para resolver este problema en nuestro contexto se tiene, la gran cantidad de secciones, profesores, horarios y aulas disponibles. Esto hace que la cantidad de soluciones a considerar sea extremadamente grande. Otras dificultades son las restricciones del problema con las que se evita la obtención de soluciones que violan la lógica de tiempo y espacio, por ejemplo, que un profesor no esté en dos lugares al mismo tiempo o que un profesor esté impartiendo dos clases distintas en un mismo lugar y muchas otras más.

Tegucigalpa, Honduras

June 4- June 6, 2008

En UNITEC, la tarea de asignación de clases, es una tarea que a través del tiempo se ha realizado de forma independiente por cada departamento y de forma manual. Esta forma de resolución tiene algunas desventajas tales como, el alto consumo de tiempo requerido para encontrar una solución factible y que la obtención de dicha solución no considera ningún criterio global de satisfacción de los involucrados. Estas razones motivaron a realizar este proyecto que pretende implementar un programa que permita resolver el problema de forma automática y con un enfoque dirigido a maximizar un criterio de satisfacción de los profesores y autoridades educativas involucradas.

Esta investigación tiene como objetivo desarrollar una propuesta de sistema que permita la asignación automática de las clases de UNITEC de manera que se determine lo siguiente: ¿Qué clases se deben abrir en el siguiente período?, ¿Cuántas secciones se necesitan?, ¿Qué profesor debe impartir cada sección?, ¿En qué horario y días de la semana se deberá impartir cada sección? ¿En qué aula se impartirá cada sección?

La asignación además debe considerar factores tales como la necesidad de clases por los alumnos, la preferencia del departamento respecto a los profesores que deben impartir las clases, la disponibilidad y preferencia de horarios que un profesor tiene para impartir una sección de clase, la preferencia que un profesor tiene por una clase sobre otra y la disponibilidad de aulas.

Se pretende que a futuro, cuando se logre la implementación de un programa por computadora que utilice este modelo, el personal encargado de la programación de clases - o incluso los mismos profesores - ingresarán a un programa a través de una computadora, los datos de entrada tales como disponibilidad de horarios, preferencias de clases, y otros. Dichos datos serán procesados por el programa para resolver un modelo matemático, que como producto de su resolución, ofrecerá reportes con las asignaciones de cada sección, profesor, horario y aula.

Uno de los principales beneficios que se esperan luego de implementar este modelo, es que se podrá reducir considerablemente la cantidad de tiempo que se dedica al proceso de planificación de horarios. Además, las asignaciones obtenidas por medio de este modelo podrán generar una mayor satisfacción para el departamento y para los profesores.

Algunas de las limitaciones de este modelo son el hecho de que no considera la satisfacción de los estudiantes, por ejemplo, no se toma en cuenta la preferencia de los mismos respecto al profesor que debería impartir la clase, no se considera un criterio que minimice las distancias recorridas entre aulas y no considera la preferencia o disgusto de los maestros respecto a intervalos inactivos de tiempo entre dos clases asignadas.

Este documento está organizado de la siguiente forma se presenta un marco teórico sobre los enfoques que se ha dado a este problema anteriormente, luego de esto se presenta el problema específico de UNITEC. Posteriormente se presenta el diseño del sistema propuesto incluyendo el nuevo procedimiento, modelo matemático y algoritmos. Finalmente se presenta una discusión, conclusiones y el trabajo futuro que se realizará para implementar el diseño.

2 MARCO TEÓRICO

El problema de asignación de clases ha sido estudiado por varios autores, cada uno de ellos desde diferentes enfoques. Por ejemplo, Glassey y Mizrach (1986) desarrollaron un modelo de programación binaria para asignar 4000 clases a 250 aulas, el cual resolvieron por medio de heurísticas. Dimipoulo y Miliotis (2001) utilizaron programación entera para la asignación de cursos, sin embargo no consideraron la asignación de profesores. Shih y Sullivan (1997) aplicaron modelos de programación binaria para asignar profesores a cursos y horario, sin embargo no consideraron las aulas.

Entre los trabajos más recientes y que han servido de base para esta investigación tenemos Hinkin y Thompson (2002) y Martin (2004). El primero plantea el problema como un modelo de programación entera y lo resuelve

Tegucigalpa, Honduras

June 4- June 6, 2008

utilizando enfriamiento simulado (simulated annealing). El segundo plantea el problema como programación mixta (variables binarias y continuas), y lo resuelve por medio de CPLEX.

En la mayoría de los trabajos que se encuentra en la literatura respecto a este problema, cabe destacar que para instancias grandes del problema, por lo general se utilizan heurísticas para su resolución.

Las principales diferencias entre el presente trabajo y los mencionados anteriormente son:

- Este modelo considera las fuentes de información necesarias para alimentar el sistema.
- Se predice mediante una heurística la necesidad de clases a cursar por parte de los alumnos.
- Este modelo considera la asignación en dos etapas: Inicialmente la asignación de las clases, profesores y horarios. La resolución de esta etapa inicial del problema alimenta un segundo modelo que asigna el evento clase-profesor-horario a un aula.
- Se considera la restricción que asegura que las clases, que el plan de estudios sugiere cursar en un mismo período académico, sean distribuidas en el tiempo de forma tal que no surjan conflictos y los estudiantes no tengan que elegir llevar una en vez de otra.

3 MÉTODO

3.1 Descripción del Problema

El proceso de planificación de clases de UNITEC es el proceso en el cual se determina qué clases se abrirán, a qué hora, con qué maestro y en qué aula en cada período académico. El proceso intenta combinar las necesidades de los alumnos (e.g. clases por cursar, horarios), la disponibilidad de maestros (e.g. horario, conocimiento), la disponibilidad de aulas y recursos (e.g. número de aulas, laboratorios especiales, capacidad de las aulas); y los reglamentos de UNITEC (e.g. planes de estudio, número mínimo de clases).

En la actualidad este proceso se realiza mediante un procedimiento manual en el cual cada uno de los jefes de áreas académicas de las cuatro facultades de UNITEC determina individualmente las clases, horarios y maestros que se impartirán en el período académico. Luego que se determina esto los jefes de área académica ingresan su planificación en un sistema el cual es verificado por el personal de tecnologías de la información quien se encarga de asignar las aulas a cada una de las secciones planificadas. En caso de no haber suficientes aulas disponibles en alguno de los horarios, tecnologías de la información solicita a las facultades que modifiquen la planificación a manera que haya suficientes aulas para servir las asignaturas. Este es un proceso iterativo que se hace antes de iniciar un período académico. Adicionalmente los alumnos al observar la planificación pueden solicitar apertura de otras asignaturas o cambios de horario dependiendo de sus necesidades de clases o conflictos de horario. Este procedimiento también es iterativo y en ocasiones ocupa incluso la primera semana de clases del período académico. Al finalizar el período de matrícula se revisa la cantidad de alumnos matriculados en cada sección y de acuerdo a las políticas de UNITEC se cierran los cursos con menos de seis alumnos.

El procedimiento actual presenta deficiencias tales como el hecho de que no existe un estimado real de qué clases se deben abrir en el período, no existe un estimado real de cuantos alumnos matricularán cada clase lo cual hace que se cancelen clases al final el período de matrícula por tener pocos alumnos. Además, las preferencias de horario de los alumnos se incluyen una vez ya se ha hecho una propuesta inicial de horario de clases. Otras limitaciones que se presentan es que usualmente se sobrepasa la capacidad de aulas lo que hace que se reprogramen algunas clases y existe el problema de que hay maestros que imparten en dos o más áreas académicas que son sobrecargados de asignaturas a impartir.

3.2 Requerimientos del sistema

El sistema de asignación de clases que se propone en este trabajo tiene una alta complejidad debido a que se interrelacionan diversos aspectos como las preferencias de profesores, alumnos y departamento; clases con diferentes perfiles de día clase, clases con diferentes duraciones, disponibilidad de aulas y clases en conflicto. A continuación se describe de forma detallada cada uno de estos aspectos.

- 3.2.1** Requerimientos de los alumnos: los alumnos en su mayoría buscan graduarse en la menor cantidad posible de períodos académicos y en general matriculan un promedio de 4 clases por período académico.
- 3.2.2** Requerimientos de los catedráticos: los profesores requieren impartir un número deseado mínimo y máximo de asignaturas por período académico. Desean impartir ciertas asignaturas específicas con cierto grado de preferencia. Requieren impartir asignaturas en ciertos horarios específicos.
- 3.2.3** Disponibilidad de aulas y recursos: se debe respetar la capacidad máxima de alumnos en cada aula además de la cantidad de aulas disponibles en el campus. Además se deben asignar las secciones que tienen necesidades específicas de recursos a las aulas que lo poseen.
- 3.2.4** Requerimientos reglamentarios de UNITEC: se debe respetar el mínimo de alumnos por sección y los planes de estudio de los alumnos. Se debe garantizar que las asignaturas que están en un mismo nivel según el plan de estudios de una carrera deben de estar disponibles para que los alumnos puedan cursarlas sin necesidad de escoger una en vez de otra por causa de un conflicto de horario.
- 3.2.5** Requerimientos de los cursos: cada curso está diseñado previamente, para ser impartido ciertos días de la semana. Por ejemplo, la mayoría de las clases están diseñadas para impartirse de lunes a jueves. Otras podrán impartirse sólo dos días por semana y otras sólo uno. Llamaremos, perfil de días clase, a cada una de estas distintas opciones de días para cada curso. La gran mayoría de los cursos tienen una duración de 80 minutos y sólo pueden iniciar a las horas de inicio establecidas por la universidad. Tomando como ejemplo dos horas de inicio establecidas en el esquema de UNITEC, una clase debe iniciar a las 8:30 AM o a las 10:10 AM pero no debe iniciar a ninguna hora en medio de estas horas mencionadas. Sin embargo, existen algunas excepciones de cursos que comienzan a cualquier hora del día o cuya duración es mayor que 80 minutos. Estas excepciones ocasionan problemas como el de requerir dos horas clase para un curso que realmente tiene una duración de una hora clase. Esto evita aprovechar efectivamente la disponibilidad de las aulas. A pesar de que estos problemas pudieran resolverse a nivel institucional, mediante la prohibición de la existencia de este tipo de excepciones, el modelo las considera estos casos.

3.3 Diseño del sistema

El sistema propuesto intenta obtener la mayor información posible de manera automática con la intención de disminuir o eliminar los procedimientos iterativos de consulta a alumnos y al personal de Tecnologías de la Información. Los datos se toman del sistema de Registro de UNITEC y se agregan ciertas tablas y campos especiales para el funcionamiento del mismo. El procedimiento propuesto por el sistema se describe en la Figura 3.

Adicionalmente está la necesidad de clases por parte del alumno. Actualmente no se toma en consideración las clases que debe matricular un alumno para cumplir con el objetivo de graduarse en el menor tiempo legal posible. El Apéndice B presenta los algoritmos utilizados para determinar todas las clases que puede matricular un alumno mediante la verificación de requisitos, para priorizar cada clase del plan de estudios mediante una modificación al recorrido en profundidad de manera que las clases que son más importantes, es decir están en las rutas críticas, tienen una prioridad más alta y serán tomadas en cuenta primero en la predicción de clases a matricular por el alumno.

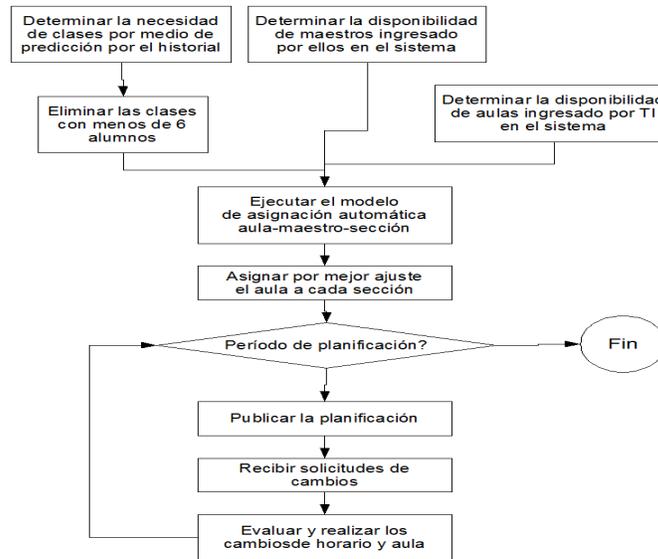


Figura 3. Procedimiento propuesto de planificación automática de clases

3.4 El Modelo Matemático

Para el planteamiento de este problema se utiliza un modelo de programación entera binaria, donde cada variable representa el evento de que un curso sea asignado a un profesor en un horario determinado. La función objetivo que se utiliza es una función de satisfacción que se pretende maximizar y está compuesta por la suma de todas las variables y su respectivo peso. Estos pesos son calculados en base a las preferencias. Se incluye también en la función objetivo variables de holgura que representan cursos para los cuales no se cuenta con suficientes profesores para ser asignados. Estas variables de holgura se penalizan en la función objetivo ya que no se desea que tomen valor distinto de cero a menos que sea necesario para evitar que al resolver el modelo no se encuentre ninguna solución factible.

Las restricciones de este modelo aseguran lo siguiente:

- Cada curso se asignan a un profesor, horario y aula
- Para cada profesor se debe cumplir que éste no imparta más de una clase a una misma hora.
- Para cada hora, la cantidad total de cursos asignados no debe exceder la cantidad disponible de aulas para dicho tipo de cursos.
- Para cada profesor, la cantidad total de cursos asignados al mismo, no debe exceder la máxima cantidad de cursos que el profesor está dispuesto a impartir.
- Los cursos que corresponden a un mismo período académico según el diseño curricular, deben asignarse de forma tal que ningún estudiante tenga conflicto de horario.

Entre las principales complicaciones para este modelo se encuentran las restricciones que evitan que un profesor imparta dos cursos al mismo tiempo. Estas restricciones se deben construir de forma tal que permita que dos cursos se puedan impartir por el mismo profesor a la misma hora del día siempre que no sea el mismo día. Por ejemplo, no existe ningún conflicto en que el mismo profesor imparta un curso a las 10:10 AM de lunes a miércoles y otro curso a las 10:10 AM de jueves a viernes. Para construir este tipo de restricciones se definieron lo que llamaremos a partir de ahora patrones de exclusión. Un patrón de exclusión es un conjunto de cursos correspondientes a perfiles de días clase que comparten al menos un mismo día de la semana. Por ejemplo, si se

tienen cursos correspondientes a los siguientes perfiles de días: **Lunes a jueves, Lunes a miércoles, Jueves a Viernes, Viernes.**

El patrón de exclusión para el perfil de días 1 incluye los cursos con perfiles 1,2 y 3 ya que el perfil 1 tiene al menos un día en común con dichos perfiles. El patrón de exclusión para el perfil de días 2 incluye los cursos con perfiles 1 y 2 solamente. El patrón de exclusión para el perfil de días 3 incluye los cursos con perfiles 1,3 y 4. Por último, el patrón de exclusión para el perfil de días 4 incluye los cursos con perfiles 3 y 4.

El modelo utiliza una restricción por cada patrón de exclusión para que sólo los cursos que tienen al menos un día en común compitan por el tiempo del profesor.

Otro tipo de restricción que presenta bastante complejidad dentro del modelo es la relacionada a las clases del mismo período académico, las cuales deben asignarse de forma que ningún estudiante tenga conflicto de horario. Los cursos que corresponden a un mismo período académico se definirán de ahora en adelante como cursos que pertenecen a un mismo nivel.

Al decir que los cursos de un mismo nivel se deben asignar de forma que no ocasionen conflicto de horario a los estudiantes, nos referimos a que se debe asegurar que no todas las secciones de un mismo curso se asignen a la misma hora. Sin embargo, esto no es suficiente ya que se podrían dar problemas como el que se ilustra en la siguiente tabla:

Tabla 1: ejemplo de distribución conflictiva de secciones de un mismo nivel

	Hora 1	Hora 2
Clase 1	Sección 1	Sección 2
Clase 2	Sección 3	Sección 4
Clase 3	Sección 5	Sección 6

Suponiendo que la clase 1 tienen dos secciones (1 y 2), la clase 2 tiene dos secciones (3 y 4) y la clase 3 tiene dos secciones (5 y 6), si se asignan las secciones 1,3 y 4 a una misma hora y luego las secciones 2,4 y 6 a una misma hora, un estudiante que debe tomar las tres clases se verá obligado a dejar por fuera una de ellas.

Para evitar este problema se debe agregar una restricción que obligue a que se distribuyan las secciones a lo largo de un intervalo de horas suficientemente grande para evitar los conflictos. Para esto se definió la razón F, la cual se calcula como el entero menor de la división resultante de la cantidad de secciones de un mismo nivel entre la cantidad de clases correspondientes a dichas secciones. Para el ejemplo mencionado anteriormente, la razón F es igual a 2 ya que son 6 secciones entre 3 clases. Esta razón F se convierte en el límite superior de la cantidad de secciones de un mismo nivel que se pueden asignar a una misma hora. Aplicando esto al mismo ejemplo una de las distribuciones que se podría obtener es la siguiente:

Tabla 2: ejemplo de distribución sin conflicto para secciones de un mismo nivel

	Hora 1	Hora 2	Hora 3
Clase 1	Sección 1	Sección 2	
Clase 2		Sección 3	Sección 4
Clase 3	Sección 5		Sección 6

Si las clases tienen la misma duración y comienzan sólo en horas autorizadas de inicio de clases, se puede evidenciar de forma empírica que la aplicación de la razón F como límite máximo de secciones de un mismo nivel

que se pueden asignar a la misma hora, es suficiente para asegurar que exista al menos un camino factible a través del tiempo, para un estudiante que requiere tomar todas las clases de ese mismo nivel.

3.5 Asignación de aulas

Una vez que se han planificado las combinaciones maestro-sección-hora se puede hacer un estimado de la matrícula en cada una de las secciones planificadas. A partir de esto se puede asignar el aula requerida por un método de mejor ajuste según la capacidad del aula y matrícula esperada. El apéndice B presenta el algoritmo que se utiliza para la asignación de aulas. Debido a la restricción 4 en el modelo matemático se puede garantizar que no se planificarán más clases que las que se tienen disponibles en cada hora. Adicionalmente la predicción de cuantos alumnos matricularán cada materia hace que se creen las suficientes secciones para garantizar que todos los alumnos que pueden matricular la clase tendrán una sección para hacerlo.

4 DISCUSIÓN

A pesar de que el modelo matemático hasta el momento no ha sido validado, se han realizado algunas corridas preliminares con datos de prueba, los cuales han mostrado soluciones que son implementables. No se han realizado pruebas con datos reales debido a la limitación del acceso a este tipo de información.

No se ha realizado un análisis de tiempo y espacio de ejecución de los algoritmos utilizados sin embargo existe un estudio sobre la complejidad de este tipo de problemas (Carter, Tovey 1992) que puede servir de base para determinarlo. Posiblemente será necesario utilizar heurísticas para resolver el problema en un tiempo de ejecución aceptable. El problema es un problema que se resuelve una vez por semestre por lo cual se puede permitir tiempos de ejecución de varias horas.

Los algoritmos y el modelo presentado han sido probados de manera individual con datos de prueba y se han obtenido resultados coherentes. Es necesario desarrollar una solución no solamente funcional sino a la vez amigable y fácil de utilizar por el personal administrativo de UNITEC.

5 CONCLUSIONES

- Se diseñó un sistema que permite la automatización de la asignación de clases en UNITEC considerando las necesidades de los alumnos y profesores además de la disponibilidad de aulas y recursos cumpliendo con los reglamentos de UNITEC.
- Las necesidades de clases de los alumnos se determinan de manera automática a partir de su historial académico y plan de estudios disponibles en el sistema de registro de UNITEC utilizando una heurística.
- La disponibilidad y necesidades de horario y conocimiento de los maestros se determinan a partir del ingreso de la información por parte de los maestros y personal académico.
- La disponibilidad de aulas y recursos se determinan a partir del ingreso de la información por parte del personal de Tecnologías de la Información.
- La asignación de sección-maestro-hora se realiza mediante un modelo matemático de programación entera.
- La asignación de aulas se realiza mediante un mejor ajuste una vez se ha asignado la sección-maestro-hora.

6 RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

Para la realización de un proyecto de este tipo, en el cual es necesario tener acceso a la base de datos de la institución, es necesario el apoyo de las autoridades. Durante la fase de diseño de este proyecto se solicitó en reiteradas ocasiones datos reales por parte de la Universidad para lo cual la división de tecnologías de la información se negó por motivos de seguridad de la información. En este caso se recomienda a los investigadores

Tegucigalpa, Honduras

June 4- June 6, 2008

justificar el proyecto con el argumento que la información provista es solo de consulta y no presenta ninguna información confidencial como ser información de contacto o económica de alumnos, maestros e institución.

Otra recomendación para los investigadores que deseen implementar un proyecto de este tipo es la de conformar un equipo multidisciplinario en el cual se combine expertos en optimización, expertos en software computacional, administradores académicos, administradores de recursos universitarios, docentes y alumnos para poder tener una perspectiva global del problema de planificación.

El proyecto está en la etapa de implementación para lo cual se ha asignado un alumno de proyecto de graduación de Ing. En Sistemas Computacionales quien diseñará e implementará las interfaces de usuario, el procedimiento de planificación, modelo de asignación utilizando cplex y algoritmos utilizando C# y ASP.Net.

Posteriormente a la implementación del software, en la cual se harán validaciones menores, se procederá a realizar una validación a gran escala con la Facultad de Ingeniería de UNITEC. Para esta validación se medirán el tiempo de ejecución del algoritmo y nivel de satisfacción de alumnos, maestros y jefes académicos de UNITEC.

En paralelo a esto se desea hacer un análisis de tiempo y espacio de ejecución para determinar la complejidad computacional del procedimiento.

A largo plazo se desea que el proyecto se extienda a ser un software de planificación de clases genérico aplicable a cualquier institución educativa.

7 REFERENCIAS

Carter M., Tovey C., 1992, When is the classroom assignment problem hard?, *Operations Research*, Vol. 40, Supp. No. 1

Dimipoulo, M., P. Miliotis, 2001, Implementation of university course and examination timetabling system, *European Journal of Operational Research*, 130 (1), 202-213

Hinkin, T., G. Thompson, 2002, Schedulexpert: Scheduling courses in the Cornell University School of Hotel Administration, *Interfaces*, 32 (6), 45-57

Martin, C., 2004, Ohio University's College of Business uses Integer Programming to Schedule Classes, *Interfaces*, 34 (6), 460-465

Shih W., J. Sullivan, 1977, Dynamic course scheduling for college faculty via zero-one programming, *Decision Sciences*, 8 (4), 711-721

8 APENDICES

8.1 APÉNDICE A - Modelo de asignación de clases de UNITEC

La función objetivo (1) es la una función de satisfacción que se pretende maximizar. El conjunto de restricciones (2) asegura que cada sección sea asignada y activa una variable de holgura en caso de que no existan profesores suficientes para asignar la sección. El conjunto de restricciones (3) asegura que un profesor no imparta más de una sección a la misma hora del mismo día. El conjunto de restricciones (4) asegura que la cantidad disponible de aulas de tipo t disponibles a la hora h, no sea excedida por el total de secciones que inciden en la hora h y que compiten por recursos de aulas. Las restricciones descritas en (5) aseguran que no se asigne más de cierta cantidad de secciones a cada profesor. Las restricciones descritas en (6) permiten que las secciones de un mismo nivel se distribuyan a lo largo de un intervalo de horas suficientemente grande para evitar conflicto de horario de los estudiantes.

Tegucigalpa, Honduras

June 4- June 6, 2008

8.1.0 CONJUNTOS

I: conjunto de secciones

J: conjunto de profesores

K: conjunto de horarios de clase, donde existe un k para cada combinación de perfil de día, hora de inicio y hora final de clase. Ejemplo: L-J 8:30AM-9:50AM es k=1, pero L-Mi 8:30AM-9:50AM es k=2, pero L-J 8:30AM-11:30AM es k=3

P: conjunto de patrones de exclusión

L: conjunto de niveles

T: conjunto de tipos de aula

H: conjunto de horas de inicio de clases. Ejemplo: 7:00AM, 8:30AM, 10:10AM etc.

I(j): subconjunto de secciones que puede impartir el profesor j

I(l,p): subconjunto de secciones del nivel l que pertenecen al patrón de exclusión p

I(t,p): subconjunto de secciones que requieren un aula tipo t que pertenecen al patrón de exclusión p

I(j,p): subconjunto de secciones que puede dar el profesor j que pertenecen al patrón de exclusión p

J(i): subconjunto de profesores que pueden impartir la sección i

P(j): subconjunto de patrones de exclusión para las secciones que puede impartir el profesor j.

K(j,i): subconjunto de horarios factibles para profesor j que son factibles para impartir sección i

K(i,h): subconjunto de horarios k factibles para la sección i que comienzan o inciden en la hora h. Al decir que inciden, nos referimos a que una clase de duración irregular (mayor a los 80 minutos) puede comenzar antes de la hora h pero debido a su duración alcanza a ocupar tiempo de la hora h, por lo tanto compiten por disponibilidad de recursos de las clase que comienzan en la hora h.

K(i,j,h): subconjunto de horarios k factibles para la sección i y profesor j que comienzan o inciden en la hora h

J(i,k): subconjunto de profesores factibles para impartir la sección i en el horario k

8.1.1 VARIABLES

X_{ijk} : variable real que es igual a 1 si se asigna la clase i al profesor j en la hora k y es igual a 0 si no se hace dicha asignación

Y_i : variable real de holgura que tomaría valor de uno para indicar si la clase i no fue

8.1.2 PARÁMETROS

V_{ijk} : constante que indica el peso de asignar la clase i al profesor j en el horario k asignada

$CapA_{ht}$: cantidad de aulas disponible del tipo t en la hora h

$CapP_j$: máxima cantidad de clases que el profesor j está dispuesto a impartir

F_{lp} : entero menor de la razón de secciones entre clases para cada nivel l que pertenecen al patrón p

M : constante de penalización con un valor muy alto

MODELO

MAX

$$Z = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J(i)} \sum_{k \in K(j,i)} V_{ijk} X_{ijk} - M \sum_{i \in I} Y_i$$

SUJETO A:

$$\sum_{j \in J(i)} \sum_{k \in K(j,i)} X_{ijk} + Y_i = 1 \quad \forall i \in I$$

$$\sum_{i \in I(j,p)} \sum_{k \in K(i,h)} X_{ijk} \leq 1 \quad \forall j \in J, \forall p \in P(j), \forall h \in H$$

$$\sum_{i \in I(t,p)} \sum_{j \in J(i)} \sum_{k \in K(i,j,h)} X_{ijk} \leq Cap_{ht} \quad \forall p \in P, \forall t \in T, \forall h \in H$$

$$\sum_{i \in I(j)} \sum_{k \in K(i,j)} X_{ijk} \leq CapP_j \quad \forall j \in J$$

$$\sum_{i \in I(l,p)} \sum_{j \in J(i,k)} \sum_{k \in K(i,h)} X_{ijk} \leq F_{lp} \quad \forall l \in L, \forall p \in P, \forall h \in H$$

8.2 Apendice B – Algoritmos

Priorización de materias

Por cada plan de estudios

 Por cada materia en el plan de estudios que no tiene requisitos
 Recorrido en profundidad (Materia, 1)

Fin de procedimiento

Recorrido en profundidad (Materia, Prioridad)

 Si la materia no tiene prioridad asignada

 Asociar Prioridad con la materia

 Sino

 Si Prioridad es mayor que la prioridad asociada

 Asociar Prioridad con la materia

 Por cada requisito de la materia

 Recorrido en profundidad (Materia, Prioridad + 1)

Fin de procedimiento

Predicción de clases por cursar

Por cada alumno

 Por cada materia del plan de estudios no cursada

 Si todos los requisitos han sido aprobados

 Agregar la materia a las materias por cursar

 Ordenar por prioridad descendente las materias

 Utilizar las primeras N materias como matrícula del alumno

Fin de procedimiento

Asignación de aulas

Por cada tipo de aula

 Por cada hora clase

 Ordenar las aulas descendientemente por capacidad

 Ordenar las secciones descendientemente por matrícula

 Asociar secuencialmente el aula con la sección

Fin de procedimiento

Autorización y Renuncia

Los autores autorizan a LACCEI para publicar el escrito en los procedimientos de la conferencia. LACCEI o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el escrito.

Authorization and Disclaimer

Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.

Tegucigalpa, Honduras

June 4- June 6, 2008