

Problemas de Asignación de Aulas, Docentes y Materias en Instituciones Educativas.

Lic. Marcelo H. Aballay S.

Departamento e Instituto de Informática F.C.E.F. y N Universidad Nacional de San Juan.
Ignacio de la Roza y Meglioli (5400). aballaymarcelo@gmail.com

Msc. Raúl Oscar Klenzi

Departamento Informática F.C.E.F. y N. Universidad Nacional de San Juan. Ignacio de la
Roza y Meglioli (5400). rauloscarklenzi@gmail.com

Abstract

This paper addresses the problem that occurs when at the beginning of each academic year, an educational institution carries out the allocation of its resources (teachers, classrooms, assignments, etc...), trying to generate a weekly schedule where activities are specified to develop, who will develop and place physical activity that deal.

The problem itself is a peculiarity of the wider problems of scheduling which are of high complexity. In this presentation discusses the problem submersibles into higher levels of complexity in the average allocation is considered in initial level of education, primary, secondary level, and University. In each instance we consider the new variables that appear and their increasingly complex interrelationships.

As case of application present, the calendarización of activities proposed by semester, and developed by means of the Programming language of Optimization (OPL), language of modeling for optimization combinatorial, for the careers of the Computer Department of the Physical and Natural Sciences of the National University of San Juan.

Keywords: Scheduling-Restrictions-Resource-Optimization.

Resumen

El presente trabajo trata la problemática que se presenta, cuando al inicio de cada ciclo lectivo, una institución educativa realiza las asignación de sus recursos disponibles (docentes, aulas, asignaturas, etc...), tratando de generar un calendario semanal donde esten especificadas las actividades a desarrollar, quien las desarrollará y el lugar físico que esa actividad ocupará.

El problema en si, es una particularidad de los problemas más generales de scheduling los cuales revisten una elevada complejidad. En esta presentación se analiza el problema sumergiéndonos en mayores niveles de complejidad en la media que la asignación se considera en nivel inicial de educación, nivel primario, nivel secundario, y Universitario. En cada instancia se consideran las nuevas variables que van apareciendo y su cada vez más compleja interrelación.

Como caso de aplicación se presenta, la calendarización de actividades propuestas por semestre, y desarrollada mediante el Lenguaje de programación de Optimización (OPL), lenguaje de modelado para optimización combinatorial, para las carreras del Departamento Informática de la Facultad de Ciencias Exacta Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de San Juan.

Palabras claves: Scheduling-Restricciones-Recursos-Optimización.

Índice

1- INTRODUCCIÓN	3
2- PROBLEMÁTICA A TRATAR	3
3- EL ANÁLISIS	4
3.1- Introducción	4
3.2- Simplificaciones	4
3.3- Desarrollo	5
Etapa 1 - Jardín de Infantes. Nivel Inicial	5
Etapa 2 - Escuela Primaria.	6
Etapa 3 – Facultad de una Universidad.	7
3.4- Análisis de la Problemática.....	8
4.- CASO DE APLICACIÓN.....	10
4.1- Carreras.....	11
4.2-Aulas Libres	11
5. CONCLUSIONES	11
6.- BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	12

1- INTRODUCCIÓN

Los problemas de confección de horarios y asignación de recursos (aulas, profesores) en instituciones educativas han sido estudiados en Investigación Operativa desde los años 60. Son problemas en general muy complejos y cada uno de ellos tiene características propias que hacen que las soluciones de un caso no puedan fácilmente ser adaptadas a otro. Se modelan en general como problemas de programación entera, con un enorme número de variables, y la mayoría de los que aparecen en la práctica pertenecen a la clase de problemas NP-hard¹.

Este trabajo describe la complejidad de la problemática en el ámbito de una en la facultad en cuanto a la asignación de aulas, la distribución de alumnos por carrera, y horarios, asignación de materias a aulas, etc. Apunta a profundizar en el análisis en general de la misma siendo esta una forma de colaborar con la búsqueda de soluciones en otras situaciones similares.

Para ello se organizó el documento para comenzar presentando generalidades de la problemática en las instituciones educativas. El siguiente paso será presentar como se encaró la problemática para su análisis, las simplificaciones que se realizaron y el proceso paulatino que se encaró a través de distintas situaciones. Luego se profundiza en el análisis de la problemática para una facultad, específicamente se toma el caso de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la UNSJ. Finalmente se presenta un caso de aplicación tomando los datos de la Facultad mencionada y trabajando con la herramienta OPLStudio, donde muestra los calendarios de para cada combinación de Carrera-Año y los horarios ocupados y libres de las aulas.

2- PROBLEMÁTICA A TRATAR

En toda institución educativa (nivel terciario y universitario especialmente), al comenzar el año lectivo, se debe armar los calendarios donde se determinan los horarios de las distintas materias a lo largo de la semana, siendo esta estructura la guía para todos los alumnos que asisten a dicha institución para cursar aquellas materias en las que están inscriptos. Esta institución puede tener uno o varios turnos y para cada uno de ellos deberá definir una de estas estructuras.

Para poder definir estas estructuras se debió tener en cuenta distintos aspectos: aulas, docentes y alumnos. Para el caso de una facultad: la cantidad de inscriptos por materia, la disponibilidad/capacidad de aulas, asignación de profesores a cargo de más de una asignatura y de disponibilidad temporal parcial.

Pese a la complejidad que puede llegar a tener esta tarea se desarrolla en forma manual a cargo generalmente de una persona. Esto causa que sea factible encontrarse con conflictos de asignación una vez comenzadas las actividades educativas.

La descripción realizada de la situación es muy escueta y sólo es una introducción a la problemática que implica. Esta situación se puede tomar como una problemática de asignación la cual, se analizara en profundidad, buscando mostrar, de forma clara, todas sus implicaciones.

¹ Los problemas de horarios son problemas de interés práctico y de importancia teórica ya que pertenecen a la clase de problemas NP-hard los cuales no se conocen algoritmos de complejidad polinomial para resolverlos.

3- EL ANÁLISIS

3.1- Introducción

Para introducirnos en las características de esta problemática comenzaremos con un caso sencillo, de baja complejidad, hasta llegar a uno complejo. Este proceso tiene como fin, ver, que a medida que se avanza en complejidad, crece también el número de variables a analizar.

Cuando se habla de sencillo-complejo se hace referencia a que toda institución educativa, sin importar el nivel, tiene este tipo de problemática. Lógicamente en cada una de ellas el impacto será distinto y veremos que las alternativas de solución se incrementan con la complejidad.

De esta manera se pretende ir “sumergiendo” en la problemática de manera paulatina, buscando aprender de las distintas problemáticas, y así poder plasmar esta experiencia al final.

La problemática radica en poder combinar una serie de elementos relacionados en el tiempo. Es por ello que la situación detallada puede ser vista como un problema de **Scheduling**² ya que hay actividades que requieren una serie de recursos para poder llevarse a cabo en un periodo de tiempo (semana). Una de las formas de verlo sería considerar las materias como actividades que requieren una serie de recursos (docentes, alumnos, aulas).

3.2- Simplificaciones

En función de la complejidad de la problemática es común realizar simplificaciones que posibiliten analizarlas. Las simplificaciones que se harán no afectan la validez del análisis, sino que tiene como finalidad quitar complejidad a lo largo del desarrollo del mismo.

§ Planificación:

- Semanal: se asume que las semanas se repiten sin alterarse, es decir este lunes será igual al lunes de la semana que viene.

§ Granularidad:

- Módulo: donde 1 módulo es equivalente a una determinada cantidad de minutos. Es la unidad en la que se divide un día.

§ Turno

- Único: trabajar con un solo turno es perfectamente válido, si una institución tiene mas de un turno en vez de tomar todo como un solo problema, se lo considera un conjunto de problemas donde este conjunto esta integrado por los distintos turnos. Es decir no hay un problema sino tantos como turnos posea la organización, y se los analiza por separado. Esto es posible pues todos los recursos se liberan al terminar un turno. Aclaración: esto es posible si entre cada turno hay una separación concreta, sea porque existe un tiempo entre turnos en el que no existen actividades o que ninguna actividad de un turno pasa al siguiente.

² **Scheduling**: Planificación Temporal y Asignación de Recursos

3.3- Desarrollo

El proceso de ir de lo mas sencillo a lo mas complejo estará marcado por 3 etapas o situaciones, donde cada una de ellas coincidirá con un tipo de institución educativa.

Estas tres instituciones serán:

- § Jardín de infantes. (Etapa 1)
- § Escuela primaria o polimodal. (Etapa 2)
- § Facultad, de una Universidad. (Etapa 3)

Si bien las instituciones son distintas se puede generalizar y mostrar que las instituciones educativas en general tienen en común una serie de elementos sobre los cuales podemos basar el análisis de la problemática, estos son:

- Alumnos
- Materias
- Docentes
- Aulas

Etapa 1 - Jardín de Infantes. Nivel Inicial

El “primer escalón” es el análisis de la problemática en un jardín de infantes. En la actualidad existen salas que van desde los 3 a 5 años, pudiendo tener uno o más cursos para uno de esos años. La cantidad de materias varía dependiendo la edad, pero se caracteriza por ser de pocas materias por año, por tener un solo docente a lo largo del año y ocupar la misma aula para todas las actividades. Decir alumnos, es equivalente a decir sala (grado) y las materias se dictan en esa sala.

Hay una relación biunívoca entre grado-docente-aula, por lo que si mencionamos un docente, un grupo de alumnos o una sala, inmediatamente se asocia con los otros. Esto determina que:

- § Una sala tiene materias y el docente está asignado a la sala y por ende a las materias.
- § Un alumno se inscribe en una sala y por ello todas las materias de esa sala tienen los mismos alumnos. Para todas las materias de la sala la cantidad de alumnos es la misma.
- § La sala esta ocupada todo el tiempo dentro de la estructura semanal diseñada.
- § La secuencia del dictado de las materias solo esta condicionado por la sala que pertenecen.

Si esto es tan sencillo, ¿cuales son los problemas de asignación que puede llegar a tener?

Al inscribirse los alumnos, a principio de año, hay un límite fijo que debe tenerse en cuenta que es la capacidad de las aulas. Puedo tener tantos cursos como aulas posea y en cada una de ellas tantos alumnos como la capacidad de estas.

Reordenar los grados en función de optimizar el uso de las instalaciones es lo más frecuente y comúnmente se soluciona obteniendo un listado de los grados ordenado por la cantidad de inscriptos y un listado con las aulas ordenadas por sus capacidades, para posteriormente realizar las asignaciones.

Tomar la decisión de agregar un grado o una división, por la relación biunívoca entre grado-docente-aula, requiere contratar un docente y construir³ o alquilar un aula sino tuviera una disponible. También esta la posibilidad de agregar otro turno. Dependiendo la situación es el tiempo necesario para llevarlo a cabo.

Etapa 2 - Escuela Primaria.

El “segundo escalón” es una escuela primaria. Para realizar el análisis de este caso se tomará como base las características del caso anterior, analizando especialmente las diferencias que se presentan con la anterior situación.

Los alumnos van desde los 6 a 12 años, pudiendo tener uno o más cursos para uno de esos años. La cantidad de materias por grado es similar y depende de la especialidad que tenga la escuela.

Lo que comparten:

§ Un alumno se inscribe en un grado y por ello todas las materias de ese grado tienen los mismos alumnos. Para todas las materias de un grado la cantidad de alumnos es la misma.

§ Un aula está ocupada todo el tiempo dentro de la estructura semanal diseñada.

Difieren:

§ Un grado puede tener más de un docente vinculado, donde cada docente dicta un conjunto de materias de ese grado.

§ Desde el punto de vista del docente, ahora un docente puede estar vinculado a varios grados.

Estas características causan los siguientes inconvenientes:

- Comunes

§ Al inscribirse los alumnos, a principio de año, hay un límite fijo que debe tenerse en cuenta que es la capacidad de las aulas.

§ Reordenar los grados en función de optimizar el uso de las instalaciones (grados/inscritos vs aulas/capacidades).

- Particulares

§ Al momento de organizar el dictado de las materias de los distintos años hay que tener en cuenta que no se pueden superponer en el tiempo el dictado de materias a cargo del mismo docente.

§ Tomar la decisión de agregar un grado o una división, puede requerir contratar a uno o más docentes y construir o alquilar un aula sino tuviera una disponible. También está la posibilidad de agregar otro turno. Dependiendo la situación es el tiempo necesario para llevarlo a cabo.

§ Aparece el concepto de Aula Taller o laboratorio, que es un aula en donde por ejemplo existen computadoras, estas aulas son utilizadas por un conjunto de grados. Como es un recurso único se debe compartir y por lo tanto organizar los horarios para que todos los grados que lo necesiten puedan hacer uso de él. En las aulas comunes capacidad y

³ La infraestructura edilicia o mejor dicho la necesidad de construir aulas lleva consigo un análisis de factibilidad técnica y económica, que sumado a la construcción hace que los tiempos de respuesta sean extensos. Es decir si la solución es construir aulas, se tiene que pensar en que la solución nunca será al corto plazo.

alumnos esta ligado estrechamente, para estas aulas esta relación prácticamente no existe Ej pueden haber varios alumnos por computadora.

Etapa 3 – Facultad de una Universidad.

El “tercer escalón” es una facultad. Al igual que en el caso anterior se analizan, especialmente, las diferencias que se presentan con la anterior situación.

Difieren:

- § Un alumno se inscribe en materias, las que pueden pertenecer a distintos años. Lo que se obtiene son inscriptos por materia.
- § Tanto la cantidad, como los alumnos, pueden variar dentro de materias de un mismo año de una carrera.
- § Las materias de un año de una carrera no necesariamente se dictan siempre en la misma aula.
- § Cada materia se divide en la semana para su dictado y no necesariamente se dictan siempre en la misma aula.
- § Una materia tiene un Equipo de Cátedra que puede distribuirse entre práctica y teoría.
- § Un docente esta vinculado a varias materias que pueden ser de distintos años y carreras.
- § Un docente puede tener problemas para asistir en determinado horario.
- § En una facultad hay varias carreras que pueden tener distintas duraciones y cada una de ellas posee varias materias.
- § El dictado de las materias de un determinado año de una carrera no necesariamente ocupa todos los horarios definidos para la semana. Lo que hace que los alumnos puedan entrar o salir en distintos horarios dependiendo del día. La Figura muestra el esquema de las variables intervinientes en este nivel.

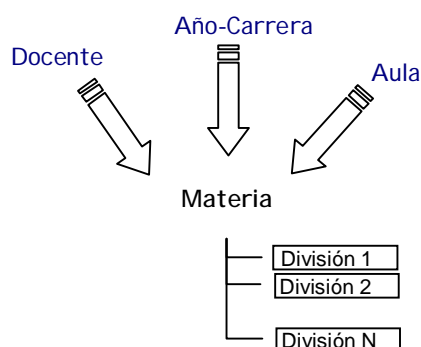


Figura 3.1 Esquema de las variables intervinientes en un nivel Universitario

3.4- Análisis de la Problemática

El punto de partida de este análisis será el calendario ya que este es el resultado que se quiere obtener. Un calendario no solo organiza las actividades de un conjunto de docentes y alumnos sino que también da una idea, en forma parcial, de los requerimientos en cuanto a infraestructura edilicia. A continuación en la Figura 3.2 se ve un ejemplo de un calendario:

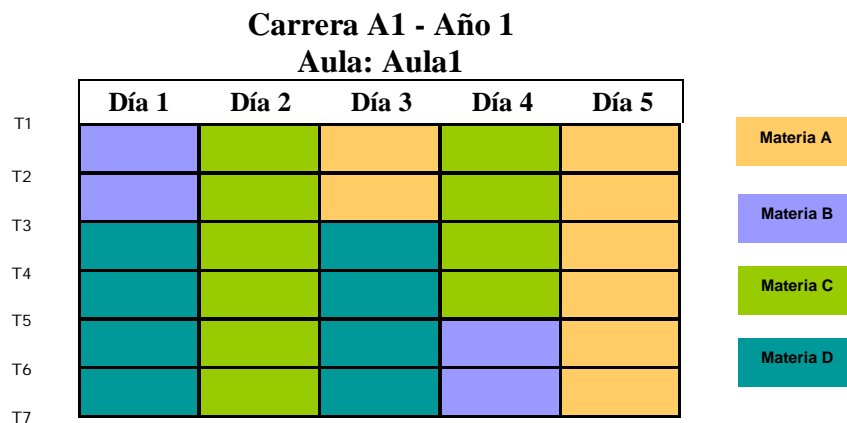


Figura 3.2 Calendario de una semana de 5 días

El calendario brinda mucha información, que al identificarla, permite comenzar a visualizar la complejidad de la problemática. Esta información es:

- Carrera.
- Año de la Carrera.
- Días de la semana.
- Horario de dictado de las materias a lo largo de la semana.
- Cantidad de días en los que se distribuye el dictado de una materia.
- Cantidad de días de la semana.
- Cantidad de módulos por día.
- Cantidad de materias que se dictan para ese año.
- El o las aulas asignadas.

Desde un calendario se obtiene toda esta información, ahora si tuviéramos todos los calendarios, no solo de una carrera sino de todas las carreras que se dictan en la institución educativa, específicamente de la facultad ¿qué información nos brindarían?

Se obtendría la siguiente información:

- Las Carreras que hay en la Facultad, su duración y las materias que poseen.
- Las materias en cuanto al año, el turno, sus cargas horarias semanales y en cuantas partes se distribuyen a lo largo de la semana así como sus respectivos horarios.
- La cantidad de turnos que posee.
- Cantidad de Días de la semana en los que se dicta clases (puede variar si hay más de 1 turno)
- Cantidad de de módulos por turno.
- Cuales y que Cantidad de aulas que se utilizan (puede variar si hay más de 1 turno).

Simplificación

En cada turno se manejan sus propias carreras-materias y aulas, por lo que es posible realizar una simplificación y continuar con el análisis.

Al generalizar la información obtenida de todos los calendarios de la facultad, se obtiene la siguiente lista:

- Semana (Cantidad de días semanales y Cantidad de Módulos diarios)
- Carreras
- Materias
- Aulas

Si alguien consiguiera toda esta información de la facultad ¿podría armar un calendario? La respuesta es SI, pero muy posiblemente, carezca de validez al momento de llevarlo a la práctica.

Un ejemplo de ello es que un docente, que tenga a su cargo el dictado de dos asignaturas en dos años distintos, en esa propuesta, carente de validez, puede aparecer con una asignación temporal coincidente para las dos asignaturas.

La razón de esta falta de validez es que hay información que no se está teniendo en cuenta porque en el calendario no aparece, pero que es la que sustenta las relaciones que se dan no solo en un calendario sino en el conjunto de calendarios que tiene la facultad. Dentro de la información que se necesita para elaborar un calendario valido está, la referente a los docentes involucrados, la capacidad de las aulas, etc. por lo que la lista anterior se completa de la siguiente manera:

- Semana
- Carreras
- Materias
- Aulas
- Docentes

Las relaciones existentes entre estos ítems y el detalle de cada uno de ellos que se necesita para elaborar un calendario valido serán:

- Semana
 - o Cantidad de días
 - o Cantidad de Módulos diarios
- Carreras
 - o Nombre de la Carrera
 - o Años
- Materias
 - o Nombre de la materia
 - o Carrera
 - o Año
- o Inscriptos
 - o Cantidad Módulos asignados semanalmente
 - o Divisiones semanales
 - o Cantidad de Módulos
- Aulas
 - o Nombre del Aula
 - o Capacidad
- Docentes
 - o Nombre Docente

A estos datos se les suma las relaciones:

- Carrera-Materia
- Materia-Docente
- Materia-Aula

4.- CASO DE APLICACIÓN

La situación problemática detallada puede ser vista como un problema de **Scheduling** (Planificación Temporal y Asignación de Recursos) ya que hay actividades (materias) que requieren una serie de recursos (docentes, alumnos, aulas) para poder llevarse a cabo en un periodo de tiempo (semana).

En base a esto se utiliza la herramienta “ILOG OPL⁴ Estudio”, que permite armar un modelo que apunte a resolver dicha problemática. El proceso de desarrollo del modelo y los inconvenientes que surgieron a lo largo del mismo son complejos y diversos, haciendo que se dejen para un nuevo trabajo.

El modelo se complemento con un Sistema de carga de Datos y vista de Resultados, que es una herramienta que apunta no sólo a facilitar la carga de los datos y luego la visualización de los resultados obtenidos, sino también validar los datos que se están ingresando además de colaborar en caso de que no se encontrara una solución.

Teniendo el modelo y el sistema se trabaja con un conjunto de datos reales la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales.

La imagen (Figura 4.1) muestra un resumen general de los datos cargados correspondientes a las cantidades de aulas, docentes, carreras, materias y submaterias que se ingresaron (Cargados) distinguiendo los que se incluirán en la simulación (Activos) y aquellos que quedarán fuera de ella (Pasivos).

Una vez que se ha corrido el modelo en OPLStudio, y este ha encontrado una solución, y se selecciona en el menú la opción “Resultado” aparecerá una ventana (Figura 4.2) donde se podrá elegir entre ver los calendarios o los horarios en los que las aulas están libres. Para ver los calendarios será necesario elegir primero la carrera. Seleccionada la carrera se pueden ver los

Datos para la Simulación			
	Acciones Pasivas Cargadas		
Aulas	10	0	10
Docentes	30	0	30
Carreras	2	0	2
Materias	30	10	20
Submaterias	20	2	18

*Deben haber Submaterias activas para iniciar la simulación

Figura 4.1: Datos Cargados

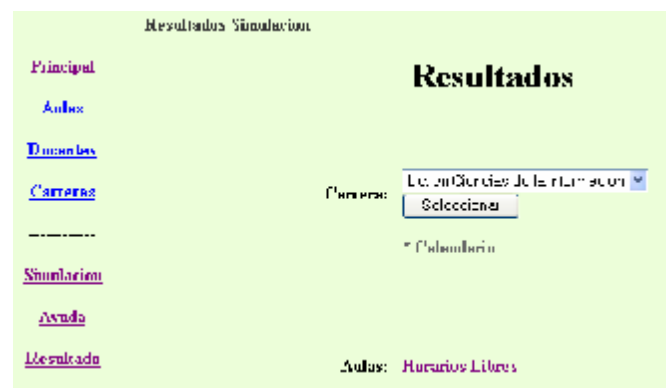


Figura 4.2: Resultados del Modelo

⁴ OPL (Lenguaje de programación de Optimización), es un idioma modelado para optimización combinatorial que puede simplificar substancialmente problemas de optimización. Agrega varias nuevas dimensiones a los idiomas modelados más allá del apoyo tradicional para programación lineal y entera. Quizás la nueva dimensión más significante de OPL es el soporte para la programación con restricción.

resultados obtenidos.

4.1- Carreras

Por defecto aparece el Calendario correspondiente al 1° año de la carrera seleccionada. El calendario (Figura 4.3) muestra la secuencia de materias y aulas a lo largo de la semana. Para ver los restantes calendarios, correspondientes a los distintos años de la carrera, se selecciona desde el listado desplegable el año que se quiera saber el calendario y posteriormente se presiona el botón “seleccionar”.

Los Parámetros son:

- *Año*: se refiere al año de una carrera, donde el valor puede ir desde 1 hasta la cantidad de años que tiene la carrera y que fue definido inicialmente.
- *Carrera*: este valor no cambia en esta sección, es decir todos los calendario que se muestran corresponden sólo a una carrera.

Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Módulo Fundamen. Sci. II	Módulo Fundamen. Sci. II	Módulo de Anál. Matem.	Módulo de Anál. Matem.	Probab. y Estadística
Módulo Fundamen. Sci. II	Módulo Fundamen. Sci. II	Módulo de Anál. Matem.	Módulo de Anál. Matem.	Probab. y Estadística
Módulo Fundamen. Sci. II	Módulo Fundamen. Sci. II	Módulo de Anál. Matem.	Módulo de Anál. Matem.	Probab. y Estadística
Módulo Fundamen. Sci. II	Módulo Fundamen. Sci. II	Módulo de Anál. Matem.	Módulo de Anál. Matem.	Probab. y Estadística
Probab. y Estadística	Módulo de Anál. Matem.	Probab. y Estadística	Integración Definitiva	Probab. y Estadística
Probab. y Estadística	Módulo de Anál. Matem.	Probab. y Estadística	Integración Definitiva	Probab. y Estadística

Figura 4.3: Calendario Carrera- Año

4.2-Aulas Libres

Seleccionado el vínculo “Horarios libres” se accede a una interfaz donde se presenta un menú desplegable, que contiene el listado de aulas ordenado por capacidad, donde es posible seleccionar el aula de la cual se quiere saber que horarios tiene libre (Figura 4.4).

Una vez que se ha seleccionado un aula se despliega en la parte inferior a modo de título el nombre del aula y luego su capacidad y finalmente la estructura semanal definida indicando cuales son los horarios libre y ocupados de esa aula largo de la semana. El menú desplegable sigue presente posibilitando seleccionar cualquier otra aula.

Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Ocupada	Ocupada	Ocupada	Ocupada	Ocupada
Ocupada	Ocupada	Ocupada	Ocupada	Libre
Ocupada	Ocupada	Ocupada	Ocupada	Libre
Ocupada	Ocupada	Ocupada	Ocupada	Libre
Ocupada	Ocupada	Ocupada	Ocupada	Libre
Ocupada	Ocupada	Ocupada	Ocupada	- Fin -

Figura 4.4: Horarios Libres de Aulas

Los docentes, como las aulas e incluso las materias pueden ser agregados, modificados o eliminados. También es posible dejarlos fuera del modelo sin borrarlos (Pasivos), esto es muy útil cuando el modelo no arroja ningún resultado y es necesario detectar la causa. Cabe recordar que cualquiera de estos cambios requiere que se vuelva a ejecutar el modelo.

5. CONCLUSIONES

- El modelo en OPL involucra aulas, docentes y materias. Para los docentes permite agregar que días y horarios en que no pueden asistir y para las materias permite manejar el concepto de “comisiones”. Esto es tenido en cuenta al momento de intentar encontrar una solución.

- El problema se enfoca en intentar encontrar una solución una vez obtenido el conjunto de datos necesario (aulas, docentes y materias). Esta visión marcó el proceso de desarrollo.
- El modelo presenta algunas limitaciones:
 - o La cantidad y el tiempo que duran las distintas divisiones de una materia deben ser ingresadas en forma manual a través del sistema diseñado para tal fin y no de forma automática.
 - o A pesar de las simplificaciones y restricciones, no asegura encontrar una solución. (ver problemas np- completos)
 - o De encontrar una solución, muy posiblemente, la misma no sea la óptima sino una solución.
 - o El tiempo de procesamiento necesario para intentar encontrar una solución esta ligado al hardware donde se lo ejecute.
- El sistema de carga y validación de datos es fruto de todo el análisis realizado a la problemática y el posterior desarrollo del modelo en OPL de una solución. El sistema es la consecuencia del desarrollo del modelo.
- El modelo presenta una serie de simplificaciones y restricciones, que tienen como fin hacer “tratable” al problema de asignación planteado. Esto hace que el solución (modelo) pierda en “libertad” pero es la única forma en función del enfoque con el que se abarco el problema.
- Es una problemática que data de tiempo y de la cual hay escasa la información sobre desarrollos que intenten darle una solución automática. Por lo que este desarrollo se presenta como una experiencia de análisis que muestre la complejidad de la problemática y una alternativa de solución con sus distintas implicaciones.

6.- BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- [JOS01] Programación con Restricciones y Optimización (OPL) – José J. Ruz, Dept. Arquitectura de Computadores y Automática, UCM - 2001
- [ILO03] ILOG OPL Studio User’s Manual – Version 3.7 - 2003
- [OJE04] Ojeda, R.J. (2004). Programación de horarios semanales de trabajadores polivalente en un centro de servicios. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Catalunya.
- [WEB01] Sitio de EUIT Informática y Telemática, Universidad de Oviedo <http://lear.inforg.uniovi.es/ia>. Consultada marzo 2007.
- [WEB02] estudiagratis.com, Sitio de Cursos Gratis - <http://www.estudiagratis.com/cursos-gratis-online-Infomatica-Internet-categ-4.html> consultada junio 2007.
- [WEB03] Sitio de la Universidad de Oviedo <http://www.uniovi.es/> consultada mayo 2007.
- [WEB04] Wikilibros, colección de libros de texto de contenido libre. <http://es.wikibooks.org/>. Consultada junio 2007.
- [WEB05] Wikipedia, enciclopedia libre <http://es.wikipedia.org/> Consultada junio 2007.
- [WEB06] Sitio oficial de SOFTWARE OPL STUDIO <http://www.ilog.com/> .
- [SML01] PLANNING ALGORITHMS - Steven M. LaValle, University of Illinois. Copyright Steven M. LaValle 2006. Available for downloading at <http://planning.cs.uiuc.edu/> - Published by Cambridge University Press.
- [HSW01] ALGORITHMS AND COMPLEXITY - Herbert S. Wilf. University of Pennsylvania Philadelphia, PA 19104-6395. Copyright 1994 by Herbert S. Wilf. This material may be reproduced for any educational purpose, multiple copies may be made for classes, etc. Charges, if any, for reproduced copies must be just enough to recover reasonable costs of reproduction.
- [SJR01] ARTIFICIAL INTELLIGENCE. A Modern Approach - Stuart J. Russell and Peter Norvig. Prentice-Hall International (UK) Limited, London (1995)
- [RMH01] Rosmeri Mayta H. - Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Industrial. UNMSM. http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibVirtual/Publicaciones/indata/v05_n2/algorit_evo.htm
- [DOC01] PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA - PROCESO DE ASIGNACIÓN DE AULAS - Documento promulgado mediante Circular No. 17 del 21 de junio de 2005.
- [PVH01] THE OPL OPTIMIZATION PROGRAMMING LENGUAJE – Pascal Van Hentenryck: with contributions by Irvin Lusting, Laurent Michel and Jean-François Puget.