Aplicaciones Computacionales en Negocios

Informe – TP2

Mariño Martina, Martinez Kiara y Taié Colette

Índice

Índice de figuras

Índice de cuadros

1. Consigna 1: Asignación de parciales

1.1. Definición de conjuntos, parámetros y variables

Para comenzar, definiremos los conjuntos con los que vamos a trabajar a lo largo del proyecto (algunos de ellos mencionados en el enunciado):

- P: Conjunto de parciales (índices p), que interpretaremos como un equivalente a conjunto de cursos (dado que solo hay un parcial por curso).
- D: Conjunto de días disponibles para asignar parciales, donde $D = (1, 2, 3, \ldots, 12) - (6, 7, 8)$
- T: Horarios disponibles por días, donde $T = (9, 12, 15, 18)$ (índices t)
- $a_p \in Z_+$: Número de aulas que requiere el parcial $p \ \forall \ \ p \in P$
- A: Aulas totales disponibles en cada slot ($A = 75$)
- E: Conjunto de pares incompatibles (p, q). Si $(p, q) \in E \rightarrow$ no pueden coincidir en el mismo slot.

Ahora, tambien definimos la variable indicadora $x_{p,d,t} \in \{0, 1\}$ que nos señala si un parcial p está asignado al slot d, t. $x_{p,d,t} = 1$ si el parcial se programa en el slot (d, t), y 0 en caso contrario.

1.2. Razonamiento detrás de la función objetivo

El objetivo principal del problema planteado es determinar en qué día y horario tomar cada uno de los parciales, respetando restricciones de incompatibilidad y disponibilidad de aulas. El enunciado establece explícitamente que:

> "No siempre será posible programar todos los parciales cumpliendo las restricciones, y en ese caso buscamos maximizar la cantidad de parciales programados."

A partir de esta indicación, la función objetivo elegida es:

$$\text{máx} \sum_{p \in P} \sum_{d \in D} \sum_{t \in T} x_{p,d,t}$$

Sujeto a:

$$\sum_{p \in P} x_{p,d,t} \leq 1 \qquad \forall p \in P \tag{1}$$

Que los parciales asignados solo estén asignados a un slot.

$$\sum_{p \in P} a_p x_{p,d,t} \leq 75 \qquad \forall d \in D, \forall t \in T \tag{2}$$

Que todos los parciales asignados no superen la cantidad de aulas disponibles por día.

$$x_{p,d,t} + x_{q,d,t} \leq 1 \qquad \forall (p, q) \in E, \forall d \in D, \forall t \in T \tag{3}$$

No pueden haber dos parciales asignados al mismo slot si tienen alumnos que cursan ambas materias.

1.3. Resultados y conclusiones

El modelo fue ejecutado con los datos provistos y la solución obtenida se exportó a un archivo CSV para facilitar su interpretación y análisis. A partir de esta salida, observamos que:

- Se logró asignar la totalidad de los parciales (208 cursos) a algún día y horario disponible.
- Ningún par de cursos con estudiantes en común fue programado en el mismo día y horario, lo cual confirma que todas las restricciones de incompatibilidad se cumplieron.
- La suma de aulas requeridas en cada slot nunca superó el límite de 75 aulas, por lo que todas las restricciones de capacidad fueron respetadas.
- Si bien la asignación resultó óptima en cuanto a cantidad de parciales programados, la solución presenta una alta concentración de parciales en los primeros días, lo que es esperable dado que la función objetivo no penaliza dicha concentración ni incentiva la distribución equitativa a lo largo del calendario.

2. Consigna 2: Extensión con restricción adicional

Si bien el enunciado no nos provee información individual sobre qué estudiantes cursan qué materias, sí contamos con el grafo de incompatibilidad $G = (P, E)$, donde cada arista (p, q) indica que los cursos p y q tienen estudiantes en común.

Esta limitación es importante: **no podemos modelar explícitamente estudiantes individuales**, sino únicamente relaciones entre cursos. Por lo tanto, debemos buscar una forma de asegurar que no existan "tripletes" de parciales mutuamente relacionados que caigan el mismo día.

2.1. Razonamiento detrás del modelo

El enunciado establece que queremos evitar que "haya tres vértices vecinos en G programados un mismo día". Esto implica que si tres materias p, q y r tienen estudiantes en común (es decir, si forman un triángulo en el grafo de incompatibilidad), entonces no pueden ser asignadas todas al mismo día.

Sin embargo, dado que la estructura del grafo no necesariamente es simple, el problema consiste en traducir esa idea a una restricción operativa que use las herramientas disponibles en el modelo.

La clave del razonamiento es:

- Para cada parcial p, la suma $\sum_{t \in T} x_{p,(d,t)}$ indica si el parcial fue programado en el día d.
- Si dos cursos p y q son adyacentes en G, ya hay una restricción que impide que estén en el mismo *slot*, pero no impide que estén el mismo día en horarios distintos.
- Para evitar que un estudiante tenga **tres parciales el mismo día**, no es suficiente controlar pares: necesitamos controlar **conjuntos de tres cursos que comparten estudiantes**.

Pero como no conocemos explícitamente esos tripletes, debemos inferirlos del grafo.

La aproximación práctica es:
Si un parcial p tiene varios vecinos en el grafo, y tres de ellos se planifican el mismo día, entonces podría existir un estudiante en común afectado.

Ahora ¿Cómo lo resolvimos? Primero, generamos todos los trios compatibles que compartan al menos algún alumno en común.

Luego, sujeto a maximizar la cantidad de parciales:

$$\sum_{p,d,t \in P\dot{D}\dot{T}} x_{p,d,t} \qquad \forall d \in D, \forall t \in T$$

Pero, restringiendo que no se pueda asignar un parcial a un día si:

$$\sum_{t \in T} x_{p,d,t} + \sum_{t \in T} x_{q,d,t} + \sum_{t \in T} x_{r,d,t} \leq 2 \qquad \forall (p,q,r) \in A, \forall d \in D$$

Volvimos a resolver el modelo con esta modificación y, al igual que en la consigna 1, exportamos la solución a un archivo CSV para analizarla. El resultado muestra que se siguen pudiendo programar los 208 parciales, es decir, la nueva restricción no reduce la cantidad máxima de exámenes que pueden asignarse dentro del calendario disponible.

Sin embargo, la distribución de parciales a lo largo de los días cambia respecto del modelo anterior: se observa una mayor concentración en los primeros días (1 al 5) y una menor utilización de los últimos días (9 al 12). Esto refleja que, al imponer la restricción de tríos, el modelo reorganiza la programación para evitar que un mismo estudiante enfrente tres parciales en un solo día, manteniendo al mismo tiempo la viabilidad del calendario y el cumplimiento de todas las restricciones de incompatibilidad y capacidad de aulas.

3. Consigna 3: Maximización de la separación temporal

4. Resultados generales y discusión

5. Conclusiones