

8° SEMINARIO INTERNACIONAL RUEDA 2019

**LA EDUCACIÓN EN PROSPECTIVA.
PRÁCTICAS DISRUPTIVAS MEDIADAS
POR TECNOLOGÍAS.**

GiN Rueda
Red Universitaria
de Educación a Distancia
de Argentina



UNJu
Universidad
Nacional de Jujuy



TILCARA | JUJUY | ARGENTINA

07 y 08 | OCTUBRE 2019



8° Seminario Internacional RUEDA /Juan Acevedo... [et al.] ; compilado por Sebastian León Ruiz... [et al.].

- 1a ed.- San Salvador de Jujuy:
Editorial de la Universidad Nacional de Jujuy - EDIUNJU, 2020.

*Compilado por LEON RUIZ, Sebastian; GARBARINI, Laura Virginia;
MARTINELLI SCORZATO, Silvia Irene; PÓSITO, Rosa María;
QUIROGA, María Sol*

Editado y Diseñado por SCHIMPF, Marina Laura

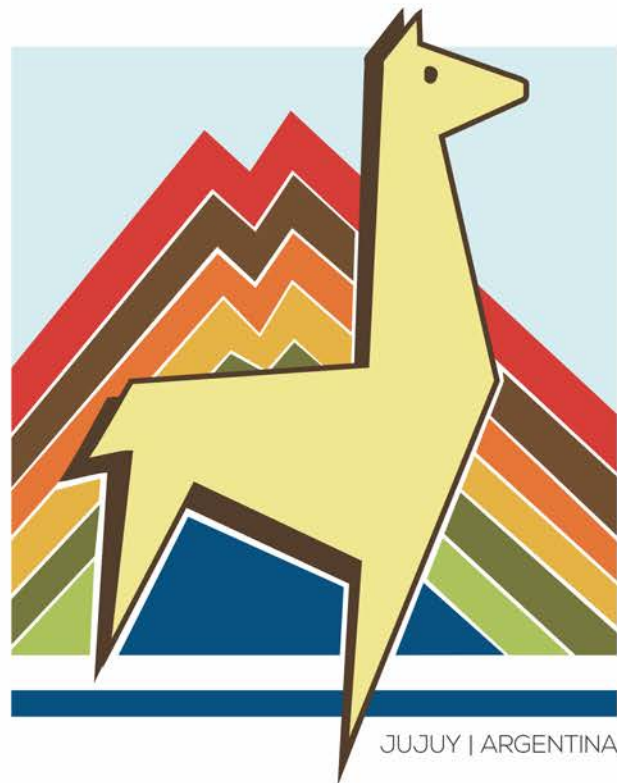
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-950-721-563-6

1. Educación a Distancia.
I. Acevedo, Juan. II. León Ruiz, Sebastian, comp.

CDD 374.4





8° SEMINARIO INTERNACIONAL RUEDA 2019

**LA EDUCACIÓN EN PROSPECTIVA.
PRÁCTICAS DISRUPTIVAS MEDIADAS
POR TECNOLOGÍAS.**



TILCARA | JUJUY | ARGENTINA.

07 y 08 | OCTUBRE 2019





Consejo
Interuniversitario
Nacional

>>>>> **AUTORIDADES**

Presidenta

Prof. María Delfina Veiravé

Vicepresidente

Lic. Rodolfo Tecchi

Comité Ejecutivo

CPN Oscar Alpa
Dr. Arq. Fernando Tauber
Ing. Alicia Bohren
CPN Alfredo Lazzeretti
Cont. Andrés Sabella
Lic. Hugo Andrade
Ing. Agr. Daniel Pizzi
Ing. Hector Aiassa
Dr. Daniel Vega
Mg. Agustina Rodríguez Saá
Dr. Hugo Juri
CPN Víctor Moriñigo

Director General

Cont. Pablo Pagola

Secretaria Económico Financiera

Mg. Silvia Acosta

Secretario Ejecutivo

Abog. Mario Gimelli

COMITÉ EJECUTIVO RUEDA 2017-2019

Coordinación

Claudia Russo - Mónica Sarobe - UNNOBA

Co-coordinación

Laura Garbarini - María Sol Quiroga - UNLa

Alejandro González - Fernanda Esnaola - UNLP

María Alejandra Ambrosino - UNL

Alejandra Guzmán - Dalila Varas - UNLAR

Myriam Maatouk - Sandra Martínez - UNSE

Beatriz Castro Chan - Raquel Bressan - UNNE

Ignacio Aranciaga - María Elena Bain - UNPA

Mauro Alcaraz - Roxana Puig - UNER

5

COMITÉ EJECUTIVO RUEDA 2019-2021

Coordinación

Laura V. Garbarini - María Sol Quiroga - UNLA

Co-coordinación

Alejandra Camors - UNAM

Sebastian Leon Ruiz - Anahí Aramayo - UNJU

Verónica Weber - UNLPAM

Alejandra Guzmán - Dalila Varas - UNLAR

Silvia Martinelli - Rosa Cicala - UNLU

Claudia Floris - UNMDP

Walter Campi - Denise Pari - UNQ

Julieta Rozenhauz - Julián Laguens - UNSAM



COMITÉ ORGANIZADOR

8° SEMINARIO INTERNACIONAL RUEDA

Presidencia

Laura Virginia Garbarini (UNLa) - Sebastián LEON RUIZ (UNJu)

Coordinación General

María Sol Quiroga (UNLa) - Silvia Irene Martinelli (UNLu)

Comisión RUEDA

Alejandra Guzmán (UNLaR) - Dalila Varas (UNLaR)

María Rosita Pósito (UNSJ) - Nancy Ferracutti (UNS)

Verónica Weber (UNLPam) - Melina Fernández (UNAHUR) -

Silvia Coicaud (UPSJB)

Myriam Maatouk (UNSE) - Sandra Martínez (UNSE)

Comisión UNJU

Andrea Cándido - Andrea Noelia López - Emilce Romero - Ivone Carolina Humacata - Luciana Marcela Garzón - Marcela Rebecca Pérez - Madga Alejandra Choque Vilca - Marina Laura Schimpf - Natalia Domínguez - Silvia Cristina Vitancor - Viviana Soledad Huanca - Vanesa Aramayo - Alberto Urzagaste Cuba - Cristian Fabio Leon Ballesteros - Cristian Matias Villafañe - Cristian Rodolfo Burgos - Darío Portal - David Alejandro Gallardo - Farid Astorga - Horacio Francisco Mayo - José Ignacio Valdiviezo - José Luis Tacacho - José Sueldo - Marcelo Valdiviezo - Mario Cesar Bonillo - Rodrigo Díaz

INTRODUCCIÓN

La Red Universitaria de Educación a Distancia Argentina (RUEDA) es una red que, dentro del marco del Consejo Interuniversitario Nacional (CIN), integra a las instituciones públicas de nivel superior (universidades e institutos universitarios) que desarrollan actividades en la perspectiva de inclusión de las Tecnologías Digitales en la Educación Superior.

Desde 1989, la RUEDA organiza encuentros académicos con el fin de colaborar en la producción y difusión del conocimiento acerca de la Educación a Distancia y la Tecnología Educativa.

En este sentido, la RUEDA, desde sus orígenes, abrió un espacio inédito para el debate político académico e inauguró una nueva forma de relación entre actores e instituciones basada en el intercambio y en la colaboración, fortaleciendo los vínculos entre las instituciones, los que se ven reflejados en los trabajos presentados en esta ocasión.

Para documentar esos debates, continuamos con la tarea iniciada en el Primer Seminario Internacional: "La Educación a distancia: deseos y realidades" (Buenos Aires, 1989), al compilar en esta publicación los trabajos presentados en el "8vo. Seminario Internacional de la Red Universitaria de Educación a Distancia – RUEDA: La educación en prospectiva, prácticas disruptivas mediadas por tecnologías", realizado en Tilcara el 7 y 8 de octubre de 2019.

Es un orgullo para nuestra red contar con tan amplia participación de colegas de todo el país en este evento, a través de 177 trabajos de 97 instituciones, que se han distribuidos en 6 ejes temáticos, dando cuenta de la riqueza y complejidad de la discusión: "*Tecnologías emergentes*", "*Acceso a la información*", "*Prácticas docentes en la convergencia*", "*Desafíos en la implementación de sistemas de información*", "*Materiales y dispositivos para el aprendizaje*", y "*Contexto institucional, normativas y comunidades de práctica*".

Consideramos que estos espacios de encuentro fortalecen, asimismo, el debate sobre la universidad pública, especialmente al conmemorarse en 2019, el 70 aniversario del decreto 29.337 del Presidente Juan Domingo Perón, que el 22 de noviembre de 1949 estableció la supresión de los aranceles en la enseñanza universitaria.

En este sentido, y como red del CIN, sostenemos y defendemos el carácter gratuito de la universidad argentina, que conforma uno de los pilares fundamentales del sistema de educación superior del país, condición que se integra con la autonomía, las funciones de enseñanza, investigación y extensión y su implicancia para el desarrollo humano, democrático, productivo y tecnológico de la Nación.

Laura Virginia Garbarini (UNLa)
Sebastián León Ruiz (UNJu)
Silvia Irene Martinelli (UNLu)
Rosa María Pósito (UNSJ)
María Sol Quiroga (UNLa)
Compiladores

Sistema de asignación óptima de aulas para la toma de parciales de una materia

Franco Domínguez, Samuel¹; Tarifa, Enrique E.^{1, 2}; Martínez, Sergio L.¹

¹Facultad de Ingeniería - UNJu / ² CONICET

Tel. +54 388 4221587 / Ítalo Palanca N°10 / San Salvador de Jujuy / Jujuy / Argentina

sfrancodominguez@fi.unju.edu.ar; eetarifa@fi.unju.edu.ar; smartinez@fi.unju.edu.ar

RESUMEN



La asignatura "Introducción a la informática" de la Facultad de Ingeniería de la UNJu tiene una matrícula superior a 900 estudiantes. Dada la elevada matrícula, para la realización de los parciales, se deben emplear varias aulas. Antes del presente trabajo, los estudiantes eran distribuidos en las aulas de manera secuencial: cuando un aula se llenaba, se pasaba a la siguiente. A cada aula completa, se le asignaba un grupo de docentes que procedían a la verificación de la identidad y del estado académico de cada estudiante, y distribuían los enunciados del parcial. Esta etapa de preparación del parcial tomaba una hora en promedio. A fin de hacer más eficiente la organización de los parciales, se planteó un modelo matemático de optimización que minimiza la cantidad de aulas a emplear. El modelo requiere que se formen grupos de estudiantes para su tratamiento. Se probaron dos criterios alternativos para la conformación de esos grupos: 1) por el último dígito del DNI y 2) por la letra inicial del apellido. La distribución óptima que se obtiene de esta manera permite verificar y controlar rápidamente la identidad de los estudiantes, reduciendo el tiempo de organización de una hora a cinco minutos.

719

Palabras claves: Optimización. Exámenes. Asignación de aulas. Agrupamiento. ILP.

ABSTRACT



The subject "Introduction to computer science" of the Faculty of Engineering of the UNJu has an enrollment of over 900 students. Given the high enrollment, for the realization of the partials, several classrooms must be used. Before the present work, the students were distributed in the classrooms in a sequential way: when a classroom was filled, they went on to the next one. To each filled classroom, a group of teachers was assigned who proceeded to verify the identity and academic status of each student, and distributed the statements of the partial. This stage of preparation of the partial took an hour on average. In order to make the organization of partials more efficient, a mathematical optimization model that minimizes the number of classrooms to be used was proposed. The model requires that groups of students be formed for treatment. Two alternative criteria for the conformation of these groups were tested: 1) by the last digit of the DNI and 2) by the initial letter of the last name. The optimal distribution obtained in this way allows teachers to quickly verify and control the identity of the students, reducing the organization time from one hour to five minutes.

Keywords: Optimization. Exams. Classroom assignment. Grouping. ILP.

INTRODUCCIÓN

La matrícula de los primeros años de las carreras de la Facultad de Ingeniería de la UNJu (Universidad Nacional de Jujuy) es generalmente elevada. La asignatura "Introducción a la informática" es una materia del primer año de varias de dichas carreras, y tiene una matrícula superior a 900 estudiantes. Dada la elevada matrícula, para la realización de los parciales, se deben emplear varias aulas; por lo cual, los parciales se toman los sábados, de 8:00 a 11:00, cuando tanto la mayoría de las aulas y de docentes están disponibles.

Pidre et al. (2002) aplican algoritmo genético para resolver el problema de asignación de aulas para exámenes en un centro universitario. Sin embargo, el caso que se trata en el presente trabajo tiene características particulares que no permiten la aplicación de esa solución. Por los mismos motivos, no pueden emplearse aplicaciones comerciales que tienen enfoques similares.

Antes del presente trabajo, los estudiantes eran distribuidos en las aulas de manera secuencial: cuando un aula se llenaba, se pasaba a la siguiente. A cada aula completa, se le asignaba un grupo de docentes que procedían a la verificación de la identidad y del estado académico de cada estudiante, y distribuían los enunciados del parcial. Esta etapa de preparación del parcial tomaba una hora en promedio.

A fin de hacer más eficiente la organización de los parciales, se planteó un modelo matemático de optimización que minimiza la cantidad de aulas a emplear. El modelo requiere que se formen grupos de estudiantes para su tratamiento. Se probaron dos criterios alternativos para la conformación de esos grupos: 1) por el último dígito del DNI y 2) por la letra inicial del apellido. Además, el modelo requiere conocer la capacidad de cada aula disponible, esta información es suministrada por la institución. La cantidad mínima de aulas determinada por el citado modelo de optimización es usada luego por un segundo

modelo de optimización, el cual minimiza la cantidad de agrupamientos (grupos de grupos) que serán asignados a las aulas. El listado final que recibe el docente está conformado por estos agrupamientos y sus correspondientes aulas. Ambos modelos de optimización son resueltos empleando LINGO (LINDO, 2019), un software especialmente orientado a optimización. Del estudio de las soluciones obtenidas empleando LINGO, se elaboraron heurísticos que permitieron alcanzar soluciones de calidad similar empleando Microsoft Excel (Microsoft, 2019).

La distribución óptima que se obtiene empleando LINGO o Microsoft Excel permite verificar y controlar rápidamente la identidad y el estado académico de los estudiantes, ya que ahora es posible imprimir previamente un listado por cada aula con los estudiantes asignados a ella. Este la verificación y control se llevan a cabo de forma independiente en cada aula. También, la distribución óptima permite entregar los enunciados sólo a los estudiantes en condiciones de rendir. Por último, la distribución óptima hizo posible reducir el tiempo de organización de una hora a cinco minutos.

PROBLEMA

Para presentar el modelo de optimización objeto del presente trabajo, primero, se enunciará formalmente el problema a resolver. El problema consiste en distribuir n grupos de estudiantes en m aulas disponibles. Cada grupo debe ser asignado a una y sólo un aula. La distribución debe realizarse de forma tal que se minimice la cantidad efectivamente empleada de las m aulas disponibles, lo que minimiza también la cantidad de profesores a emplear para supervisar el examen.

Un segundo criterio, de menor prioridad, es minimizar la cantidad de agrupaciones de grupos con nombres correlativos. El cumplimiento de este criterio facilita la comunicación de la distribución a los estudiantes, acelerando el proceso de organización del parcial.

MINIMIZACIÓN DE LA CANTIDAD DE AULAS

El primer modelo de optimización que se plantea tiene como función objetivo la cantidad de aulas a emplear efectivamente, la cual debe ser minimizada:

$$FO = \sum_{j=1}^m y_j \quad (1)$$

donde y_j es una variable binaria, que vale 0 si no se emplea el aula j , y vale 1 si se emplea el aula j .

El primer conjunto de restricciones a incorporar controla que cada grupo de estudiantes sea asignado a una y sólo un aula:

$$\sum_{j=1}^m x_{i,j} = 1 \quad \forall i \quad (2)$$

donde $x_{i,j}$ es una variable binaria, que vale 0 si no se asigna el grupo i al aula j , y vale 1 si se asigna el grupo i al aula j .

El segundo conjunto de restricciones determina la cantidad de estudiantes en cada aula:

$$\sum_{i=1}^n x_{i,j} d_i = e_j \quad \forall j \quad (3)$$

donde d_i es la demanda de cada grupo i , la cual es igual a la cantidad de estudiantes que integra cada grupo (Tabla 2 o Tabla 3, según el criterio adoptado para conformar los grupos).

Por último, e_j es la cantidad de estudiantes que efectivamente recibe el aula j .

El tercer conjunto de restricciones controla que la cantidad de estudiantes asignados a cada aula no supere la capacidad respectiva:

$$e_j \leq c_j \quad \forall j \quad (4)$$

donde c_j es la capacidad del aula j .

El último conjunto de restricciones se ocupa

de asignar el valor adecuado a las variables y_j :

$$e_j \leq c_j y_j \quad \forall j \quad (5)$$

Por lo planteado, el modelo de optimización PILP –*Pure Integer Linear Program*, programa entero lineal puro– (Schrage, 2015) que minimiza la cantidad de aulas efectivamente usadas es el siguiente:

$$\begin{aligned} & \text{Min}_{x,y,e} \sum_{j=1}^m y_j \\ & \text{s. a:} \\ & \sum_{j=1}^m x_{i,j} = 1 \quad \forall i \\ & \sum_{i=1}^n x_{i,j} d_i = e_j \quad \forall j \\ & e_j \leq c_j \quad \forall j \\ & e_j \leq c_j y_j \quad \forall j \\ & x_{i,j} \in \{0,1\} \quad \forall i,j \\ & y_j \in \{0,1\} \quad \forall j \\ & e_j \in \square \quad \forall j \end{aligned} \quad (6)$$

Este modelo fue resuelto empleando el software LINGO (LINDO, 2019).

AGRUPAMIENTO DE GRUPOS

En la solución del modelo anterior, los grupos se asignan en forma independiente a las aulas; por lo cual, los grupos asignados a un aula particular tienen nombres que generalmente no son correlativos. Para facilitar la comunicación a los estudiantes de las aulas a las que deben concurrir, es conveniente que los grupos asignados a una misma aula tengan nombres correlativos. Con tal fin, se plantea un segundo problema de optimización que minimiza la cantidad de agrupamientos, *i.e.* grupos formados por grupos con nombres correlativos. Estos agrupamientos se realizan cuidando de no superar la cantidad de aulas que se determinó con el modelo anterior. La función objetivo que debe ser minimizada en este nuevo problema es la siguiente:

$$FO = \sum_{j=1}^m ca_j \quad (7)$$

donde ca_j es la cantidad de agrupamientos asignados al aula j .

El primer conjunto de restricciones que se agrega controla que la cantidad de aulas empleadas no supere la ya determinada por el problema anterior, la cual es igual a sy :

$$\sum_{j=1}^m y_j \leq sy \quad (8)$$

El siguiente conjunto de restricciones determina la cantidad de agrupamientos para cada aula:

$$ca_j = \sum_{i=1}^n ya_{i,j} \quad \forall j \quad (9)$$

donde ya_{ij} es una variable binaria que vale 1 cada vez que se inicia un agrupamiento con el grupo i en el aula j :

$$\begin{aligned} ya_{1,j} &= x_{1,j} \quad \forall j \\ x_{i,j} &\leq x_{i-1,j} + ya_{i,j} \quad i \geq 2, \forall j \end{aligned} \quad (10)$$

$$\text{Min}_{x,y,e,ya,ca} \sum_{j=1}^m ca_j$$

s. a:

$$\sum_{j=1}^m y_j \leq sy$$

$$ca_j = \sum_{i=1}^n ya_{i,j} \quad \forall j$$

$$ya_{1,j} = x_{1,j} \quad \forall j$$

$$x_{i,j} \leq x_{i-1,j} + ya_{i,j} \quad i \geq 2, \forall j$$

$$\sum_{j=1}^m x_{i,j} = 1 \quad \forall i$$

$$\sum_{i=1}^n x_{i,j} d_i = e_j \quad \forall j$$

$$e_j \leq c_j \quad \forall j$$

$$e_j \leq c_j y_j \quad \forall j$$

$$x_{i,j} \in \{0,1\} \quad \forall i,j$$

$$ya_{i,j} \in \{0,1\} \quad \forall i,j$$

$$y_j \in \{0,1\} \quad \forall j$$

$$e_j \in \square \quad \forall j$$

$$ca_j \in \square \quad \forall j$$

(11)

Con estas nuevas restricciones agregadas al primer modelo, se obtiene el siguiente modelo PILP (Schrage, 2015):

Como en el caso del primer modelo, este modelo fue resuelto con LINGO (LINDO, 2019).

UTILIZACIÓN DE HEURÍSTICOS

Del estudio de las soluciones obtenidas a partir de los modelos de optimización descriptos, se elaboró un procedimiento que emplea reglas heurísticas. El mismo puede ser implementado en cualquier planilla de cálculo, tal como Microsoft Excel.

En este procedimiento, se realizan los siguientes pasos:

- 1- Ordenar los grupos de acuerdo al nombre.
- 2- Elegir el aula más grande de las disponible que aún no haya sido empleada.
- 3- Intentar asignar a esa aula el primer grupo que aún resta ubicar.
- 4- Si se pudo asignar el grupo al aula, ir a 3.
- 5- Si aún restan grupos por asignar, ir a 2.



El procedimiento descrito prioriza la minimización de la cantidad de agrupamientos por sobre la minimización de la cantidad de aulas empleadas. Si se deseara invertir el orden de prioridades, el procedimiento sería el siguiente:

- 1- Ordenar los grupos por tamaño decreciente.
- 2- Elegir el aula más grande de las disponible que aún no haya sido empleada.
- 3- Intentar asignar a esa aula el primer grupo que aún resta ubicar.
- 4- Si se pudo asignar el grupo al aula, ir a 3.
- 5- Intentar asignar a esa aula el siguiente grupo.
- 6- Si no es el último grupo, ir a 5.
- 7- Si aún restan grupos por asignar, ir a 2.

CASO DE ESTUDIO

A continuación, se consideran los datos del año 2017, correspondientes a la materia seleccionada para el estudio. La Tabla 1 presenta la capacidad de las aulas disponibles. Esta información fue suministrada por la institución.

Tabla 1. Capacidad de las aulas

Aula	Capacidad
A1	400
A2	180
A3	180
A4	100
A5	100
A6	50
A7	100
A8	100
A9	40
Total	1250

Por otra parte, se probaron dos criterios para conformar los grupos de estudiantes. Con el primero, los grupos se conforman con estudiantes que comparten el último dígito del DNI (Tabla 2). Con el segundo, los grupos se conforman con estudiantes que comparten la primera letra del apellido (Tabla 3).

Tabla 2 - Grupos formados de acuerdo al último dígito del DNI

Grupo	Último dígito	Cantidad
G1	0	97
G2	1	110
G3	2	86
G4	3	97
G5	4	100
G6	5	92
G7	6	99
G8	7	100
G9	8	87
G10	9	83
Total		951

Tabla 3. Grupos formados de acuerdo a la primera letra del apellido

Grupo	Primera letra	Cantidad
G1	A	82
G2	B	45
G3	C	157
G4	D	20
G5	E	11
G6	F	41
G7	G	74
G8	H	13
G9	I	2
G10	J	15
G11	K	0
G12	L	39
G13	M	99
G14	N	12
G15	O	16
G16	P	25
G17	Q	20
G18	R	69
G19	S	68
G20	T	50
G21	U	4
G22	V	63
G23	W	0
G24	X	0
G25	Y	4
G26	Z	22
Total		951

La segunda columna de la Tabla 4 presenta la solución reportada por el primer modelo, el que minimiza la cantidad de aulas a emplear, cuando los estudiantes son agrupados por el último dígito del DNI. Con esta solución, se emplea un total de 5 aulas.

En la solución presentada, los grupos que fueron asignados al aula A1 son G2, G5, G7 y G9; estos grupos tienen nombres que no son correlativos. La tercera columna de la Tabla 4 presenta la solución reportada por el segundo modelo, el que minimiza la cantidad de agrupamientos. En esta nueva solución, al aula A1 se asignan los grupos de G2 a G5; es decir, un solo agrupamiento en lugar de los cuatro que tenía en la solución anterior.

Tabla 4. Solución cuando se agrupa por DNI

Grupo	Modelo 1	Modelo 2
G1	A5	A3
G2	A1	A1
G3	A2	A1
G4	A3	A1
G5	A1	A1
G6	A2	A2
G7	A1	A7
G8	A7	A8
G9	A1	A2
G10	A3	A3

En resumen, la solución para cuando se forman los grupos de estudiantes de acuerdo al último dígito del DNI, emplea 5 aulas: A1, A2, A3, A7 y A8, y forma 7 agrupamientos (Tabla 5).

Tabla 5. Listado de agrupamientos cuando se agrupa por DNI

Grupo	DNI	Aula
G1	0	A3
G2-G5	1-4	A1
G6	5	A2
G7	6	A7
G8	7	A8
G9	8	A2
G10	9	A3

En el estudio anterior, los grupos se formaron considerando el último dígito del DNI. Ahora, se

analizará lo que ocurre cuando los grupos se conforman considerando la primera letra del apellido de los estudiantes. La segunda columna de la Tabla 6 presenta la solución reportada para el modelo que minimiza la cantidad de aulas. Con esta solución, nuevamente se emplea un total de 5 aulas. Sin embargo, la cantidad de agrupamientos es elevada: el aula A1 recibe ocho agrupamientos. Para minimizar esa cantidad, se resuelve el segundo modelo fijando la cantidad de aulas en 5, que es el valor obtenido por el primer modelo.

La solución del segundo modelo, el que minimiza la cantidad de agrupamientos, para el caso de estudio se muestra en la tercera columna de la Tabla 6. En esta nueva solución, al aula A1 se asignan dos agrupamientos: de G6 a G12 y de G17 a G21. Como se puede observar, la cantidad de agrupamientos se redujo notablemente.

Tabla 6. Solución cuando se agrupa por apellido

Grupo	Modelo 1	Modelo 2
G1	A3	A3
G2	A8	A3
G3	A1	A2
G4	A1	A2
G5	A5	A4
G6	A2	A1
G7	A1	A1
G8	A3	A1
G9	A1	A1
G10	A3	A1
G11	A1	A1
G12	A8	A1
G13	A1	A8
G14	A3	A3
G15	A8	A3
G16	A1	A3
G17	A5	A1
G18	A2	A1
G19	A5	A1
G20	A3	A1
G21	A3	A1
G22	A2	A4
G23	A1	A4
G24	A1	A4
G25	A3	A4
G26	A1	A4

En resumen, la solución por apellido, emplea 5 aulas: A1, A2, A3, A4 y A8, y forma 8 agrupamientos (Tabla 7).

Tabla 7. Listado de agrupamientos cuando se agrupa por apellido

Grupo	Apellido	Aula
G1-G2	A-B	A3
G3-G4	C-D	A2
G5	E	A4
G6-G12	F-L	A1
G13	M	A8
G14-G16	N-P	A3
G17-G21	Q-U	A1
G22-G26	V-Z	A4

La aplicación del primer método heurístico, el que prioriza la cantidad mínima de agrupamientos, utilizó 7 aulas tanto para grupos formados por DNI como para grupos formados por apellido. En ambos casos, se produjeron 7 agrupamientos. En cambio, cuando se empleó el segundo método heurístico, el que prioriza la cantidad mínima de aulas, los grupos formados por DNI utilizaron 6 aulas; mientras que los grupos formados por apellido emplearon 5 aulas. En ambos casos, la cantidad de agrupamientos fue elevada.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La formación de grupos de estudiantes por letra inicial del apellido produce grupos más reducidos que cuando se emplea el último dígito del DNI. Para el primer caso se tiene un tamaño promedio de 37 estudiantes por grupo; mientras que, para el segundo caso, el promedio es 95. Entonces, la formación de grupos empleando la letra inicial del apellido tiene el potencial de requerir menos aulas porque los grupos pequeños pueden ubicarse más fácilmente que los grupos grandes. Sin embargo, por el mismo motivo, se pueden generar una mayor cantidad de agrupamientos. En este escenario, el docente debe decidir qué priorizar: una cantidad menor de aulas (implica menor cantidad de docentes para el control) o menor cantidad de agrupamientos (implica menos tiempo para comunicar a los estudiantes a qué aulas fueron asignados). Salvo casos especiales, conviene priorizar la minimización de la cantidad de aulas a emplear; por lo que, en general, convendría formar grupos

de acuerdo a la letra inicial del apellido.

Los métodos heurísticos produjeron soluciones aceptables. El primer método, produjo la cantidad mínima de agrupamientos, pero empleó 2 aulas adicionales. En cambio, el segundo método, empleó menos aulas; pero la cantidad de agrupamientos se elevó hasta casi alcanzar la cantidad de grupos. A su favor se puede decir que ambos métodos son de rápida aplicación y no requieren software especializado como LINGO.

Por último, la distribución óptima realizada formando los grupos empleando la primera letra del apellido permitió reducir el tiempo de organización de una hora a tan solo cinco minutos. Esto fue beneficioso tanto para los docentes como para los estudiantes, ya que los primeros pudieron disponer casi inmediatamente del listado de estudiantes presentes y entregar sin demora los enunciados sólo a los estudiantes que estaban en condiciones de rendir el parcial, mientras que el tiempo de espera de los estudiantes se redujo en casi una hora.

725

CONCLUSIONES

En este trabajo se presentó un modelo de optimización que minimiza la cantidad de aulas empleadas en un parcial por una materia con elevada matrícula. La solución que brinda este modelo es complementada por otro modelo de optimización que minimiza la cantidad de agrupamientos. Se analizaron dos alternativas posibles para formar los grupos de estudiantes: por el último dígito de DNI y por la primera letra del apellido. Salvo casos especiales, los resultados sugieren que conviene realizar la formación de grupos empleando la primera letra del apellido porque tiene el potencial de emplear una menor cantidad de aulas.

En cuanto a los métodos heurísticos descritos en este trabajo, se puede concluir que pueden ser empleados con cierto grado de confianza. Además, cuentan con la ventaja de no requerir software especializado.

BIBLIOGRAFÍA

LINDO. (2019). LINGO. Recuperado de <https://www.lindo.com>

Microsoft. (2019). Excel. Recuperado de <https://products.office.com/es-ar/excel>

Pidre, J. C., Díaz Dorado, E., y García Lorenzo, A. (2002). Aplicación de Algoritmos Genéticos al Problema de Asignación de Aulas para Exámenes en un Centro Universitario. *II Conferencia de Ingeniería de Organización*, Vigo.

Schrage, L. (2015). *Optimization Modeling with LINGO*. Londres, Inglaterra: LINDO.