



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Ciencias Matemáticas**

**Escuela Profesional de Investigación Operativa**

**Asignación de horario minimizando las horas libres de  
los profesores mediante la metaheurística búsqueda  
tabú**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de Licenciado en Investigación  
Operativa

**AUTOR**

**Daniel Elkin BASURTO RODRÍGUEZ**

**ASESOR**

**Dr. Carlos ORTEGA MUÑOZ**

Lima, Perú

2022



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Basurto, D. (2022). *Asignación de horario minimizando las horas libres de los profesores mediante la metaheurística búsqueda tabú*. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Matemáticas, Escuela Profesional de Investigación Operativa]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---

## Metadatos complementarios

<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	Daniel Elkin Basurto Rodríguez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	40981928
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	Carlos Ortega Muñoz
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	10196265
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-1110-7255">https://orcid.org/0000-0002-1110-7255</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	Esther Berger Vidal
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08766040
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	José Carlos Oré Luján
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06119405
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	A.3.3.1. Optimización Matemática
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.

Ubicación geográfica de la investigación	Universidad Nacional Mayor de San Marcos País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Lima Coordenadas geográficas Latitud: -12.058333 Longitud: -77.083333
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Julio 2022
URL de disciplinas OCDE	Matemáticas aplicadas <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.01.02">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.01.02</a>



# UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú. Decana de América

DECANATO

Foja. 11

## Anexo 6

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL EN LA MODALIDAD VIRTUAL PARA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO(A) EN INVESTIGACIÓN OPERATIVA (PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL 2022-I)

En la Ciudad Universitaria, Facultad de Ciencias Matemáticas, siendo las 15:20 horas del día sábado 23 de julio del año 2022, se reunieron los docentes designados como Miembros del Jurado Evaluador del Trabajo de Suficiencia Profesional:

Dra. Esther Berger Vidal (Presidenta)  
Mg. José Carlos Oré Luján (Miembro)  
Dr. Carlos Ortega Muñoz (Miembro-Asesor)

Para la sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional intitulada: ASIGNACIÓN DE HORARIO MINIMIZANDO LAS HORAS LIBRES DE LOS PROFESORES MEDIANTE LA METAHEURÍSTICA BÚSQUEDA TABÚ, presentada por el señor Bachiller Basurto Rodríguez, Daniel Elkin, para obtener el Título Profesional de Licenciado en Investigación Operativa.

Luego de la exposición del Trabajo de Suficiencia Profesional, la Presidenta invitó al expositor a dar respuesta a las preguntas formuladas.

Realizada la evaluación correspondiente por los miembros del jurado, el expositor mereció la aprobación **Regular** con un calificativo promedio de: **Catorce (14)**.

A continuación, los miembros del jurado dan manifiesto que el participante señor Bachiller Basurto Rodríguez, Daniel Elkin, en virtud de haber aprobado la sustentación de su Trabajo de Suficiencia Profesional, será propuesto para que se le otorgue el Título Profesional de Licenciado en Investigación Operativa.

Siendo las 16.10 horas, se levantó la Sesión, firmando para constancia la presente Acta en tres (3) copias originales o archivo PDF.

---

PRESIDENTA  
Dra. Esther Berger Vidal

---

MIEMBRO  
Mg. José Carlos Oré Luján

---

MIEMBRO-ASESOR  
Dr. Carlos Ortega Muñoz



## UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

Universidad del Perú. Decana de América

### FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INVESTIGACIÓN OPERATIVA

#### INFORME DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

La Directora de la Escuela Profesional de Investigación Operativa, Mg. Carmela Catalina Velásquez Pino, informa lo siguiente:

1. Operador del programa informático de similitudes: Dr. Paulo Cesar Olivares Taipe
2. Documento evaluado:  
**Asignación de horario minimizando las horas libres de los profesores mediante la metaheurística búsqueda tabú**
3. Autor de la tsp: Daniel Elkin BASURTO RODRIGUEZ
4. Fecha de recepción de la tesis: 18/01
5. Fecha de aplicación del programa informático de similitudes: 29/11
  - Software utilizado: Turnitin
6. Configuración del programa detector de similitudes:
  - Excluye textos entrecomillados
  - Excluye bibliografía
  - Excluye cadenas menores a 40 palabras
7. Porcentaje de similitudes según programa detector de similitudes:
8. Fuentes originales de las similitudes encontradas: 5%  
Fuentes de internet: 5%  
Publicaciones: 0%
9. Calificación de originalidad:
  - El documento mencionado cumple criterios de originalidad, sin observaciones

Lima, 26 de enero 2023



Firmado digitalmente por  
VELASQUEZ PINO Carmela Catalina  
FAU 20148092282 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 30.01.2023 12:55:50 -05:00

Mg. Carmela Catalina Velásquez Pino  
Directora

## DEDICATORIA

Dedico este Trabajo a Dios y a mis padres Augusto y Betsy que a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, y a mis hermanos y abuela por su apoyo incondicional ,han sido la guía y camino para poder llegar a este punto de mi carrera que con su ejemplo, dedicación y palabras de aliento nunca bajaron los brazos para que tampoco lo aga, mi agradecimiento infinito



## RESUMEN

### Asignación de horario minimizando las horas libres de los profesores mediante la metaheurística búsqueda tabú

DANIEL ELKIN BASURTO RODRÍGUEZ

Julio 2022

**Título obtenido** : Licenciado en Investigación Operativa

---

La asignación de horarios es un sistema complejo ya que tiene una serie de restricciones y criterios que puedan presentarse en una aplicación de gestión de horarios. El sistema de gestión de horarios de clase en los salones en las instituciones educativas, viene ser un sistema óptimo ya que es reproducido como un sistema experto de conocimiento que se adquirió a través de los años mediante el manejo de procesos académicos. En diferentes instituciones educativas que tienen un proceso de asignación de horarios, estas generan que haya cruces entre asignaturas, hay horas libres con intervalos medianamente cortos entre clase de diferentes asignaturas, mostrando inconvenientes para el colegio y también para los estudiantes por la cual están insatisfechos con dicho horario. En este trabajo minimizaremos el tiempo libre de los profesores que pasan en las instituciones educativas. En dicha investigación buscamos principalmente la optimización y resolución de un tipo de asignación de horarios de clase.

**Palabras clave:** Asignaturas, horario, salones, hora libre

# ABSTRACT

DANIEL ELKIN BASURTO RODRÍGUEZ

July 2022

**Graduate** : operations Research

## Assignment of schedules minimizing the free hours of teachers through the meta heuristic tabu search

---

The assignment of schedules is a complex system since it has a series of restrictions and criteria that can be presented in a schedule management application. The class schedule management system in classrooms in educational institutions is an optimal system since which is reproduced as an expert system of knowledge that was acquired over the years through the management of academic processes. In different educational institutions that have a process of assigning schedules, these generate that there are crosses between subjects, there are free hours with fairly short intervals between classes of different subjects, showing inconveniences for the school and also for the students for which they are dissatisfied with said schedule. In this work we will minimize the free time of teachers who spend in educational institutions. In this research we mainly seek the optimization and resolution of a type of assignment of class schedules

Keywords: Subjects, schedules, classrooms, free time

## **INDICE**

### **INTRODUCCION**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### 1. El Problema

##### 1.1. Área del problema

##### 1.2. Delimitación del problema

##### 1.3. Planteamiento del problema

##### 1.4. Formulación del problema

###### 1.4.1. Problema general

###### 1.4.2. Problema específico

##### 1.5. Justificación de la investigación

##### 1.6. Limitaciones de la investigación

#### 2. Objetivos

##### 2.1. Objetivo general

##### 2.2. Objetivo específico

#### 3. Hipótesis

##### 3.1. Hipótesis general

##### 3.2. Hipótesis específica

##### 3.3. Variables

#### 4. Marco Teórico

##### 4.1. Antecedentes

##### 4.2. Antecedentes internacionales

##### 4.3. Antecedentes Nacionales

##### 4.4. Heurísticas y meta heurísticas

## **INTRODUCCION**

La asignación de horario a finales de los 60 hubo un desarrollo con diferentes modelos matemáticos que resuelvan un problema de asignación de horario en diferentes instituciones educativas y universidades, pero aun así no han llegado a una solución óptima, debido a que la asignación de horario va a depender de muchos factores, que se van haciendo más complicados cada vez que se trata de organizar horarios de centros educativos con mucha más carga académica, y esto se debe a que en la educación regular o básica el número de aulas coincide con el número de profesores y los cursos ya están fijados cada vez que se inicia el año escolar. Las instituciones realizan actividades que ayudan a programar un horario para el beneficio de sus estudiantes, para eso deben tener toda una organización y los profesores completos para que no haya falencias en determinadas materias o cursos para que no haya tiempo libre en la distribución de horas de los profesores. Con estos procesos de mejora se desarrolló el tiempo libre que podrían tener los profesores, se ha utilizado la heurística búsqueda tabú, con esta técnica se puede reducir esos tiempos libres tratando de que sea la adecuada.

## **1 El Problema**

### **1.1 Área del problema**

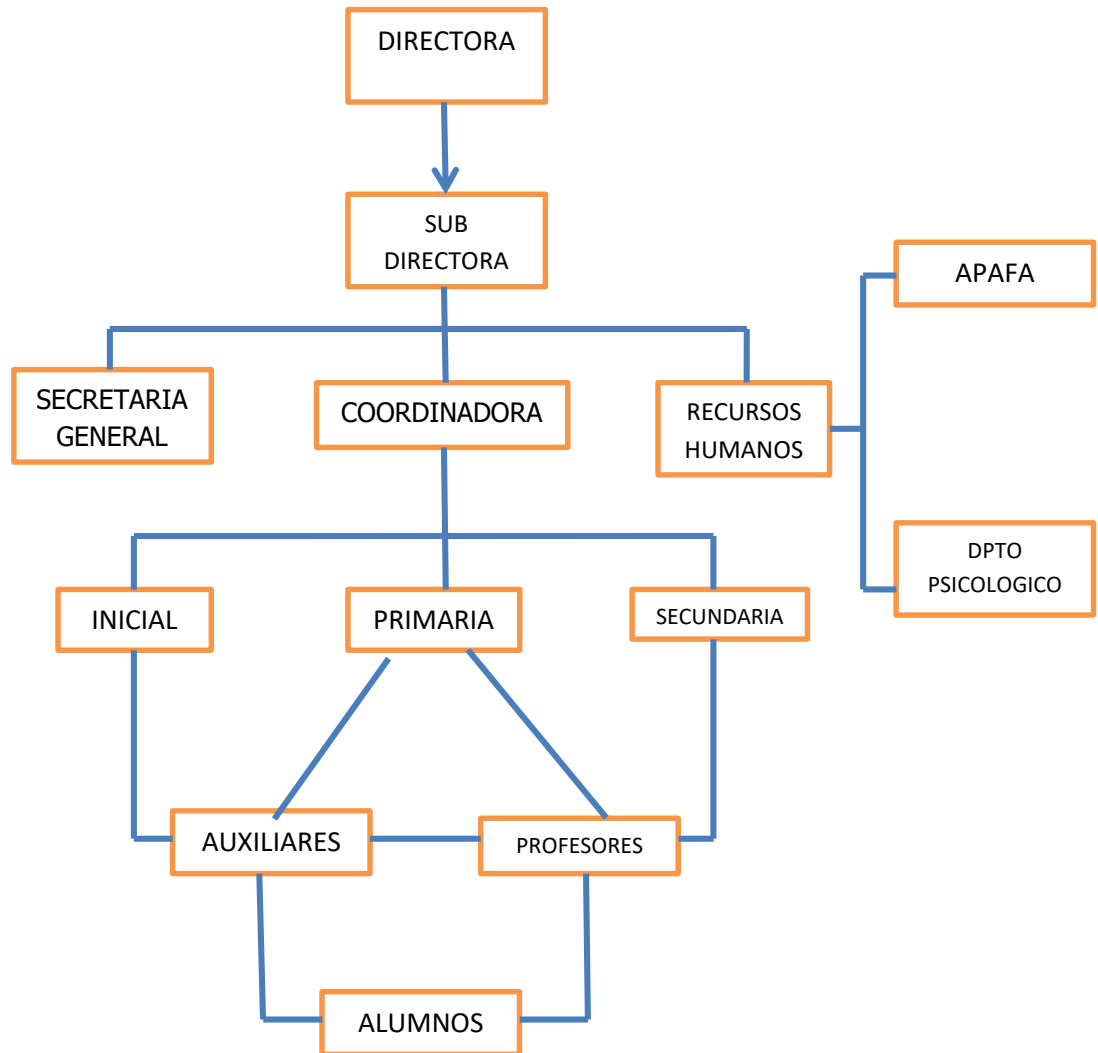
El problema de las instituciones educativas es buscar buscar eficientemente las necesidades y requerimientos de cada institución educativa, en ese sentido este trabajo de investigación que realizamos en una institución educativa privada de nombre centro educativo María Magdalena, será el lugar referente que nos sirve como arquetipo para desarrollar este trabajo de investigación, fue fundado en el año 1992 como institución dedicada a la enseñanza.

Está conformado el centro educativo por tres subsistemas, el área de inicial, primaria y secundaria, cuenta con dos locales independientes que están ubicados en el departamento de Lima, en el distrito de San Martín de Porras. El local de primaria y secundaria cuenta con una extensión de aproximadamente 300 m<sup>2</sup>. Desde sus inicios ha aplicado una política de inversión en infraestructura y equipos, así como en capacitación del personal, permitiendo que la institución se mantenga en el mercado con una gran calidad y aceptación del público.

#### **a) La Organización:**

La empresa tiene un orden vertical, claro en sus metas y objetivos consta con un estaf de docentes calificados para el cargo ,tiene una moderna tecnología de computo y una oficina de psicología, de esa manera calidad en educación, con precios competitivos en el mercado.

## ORGANIGRAMA DE LA I.E.P MARIA MAGDALENA



## **MISION**

Somos una institución que garantiza la calidad educativa en los diferentes niveles, brindando una formación integral en valores ,impulsando un aprendizaje holístico y hábitos de estudio, propiciando un clima de armonía y democracia, con un equilibrio en el desarrollo de la inteligencia emocional y una comunicación de empatía.

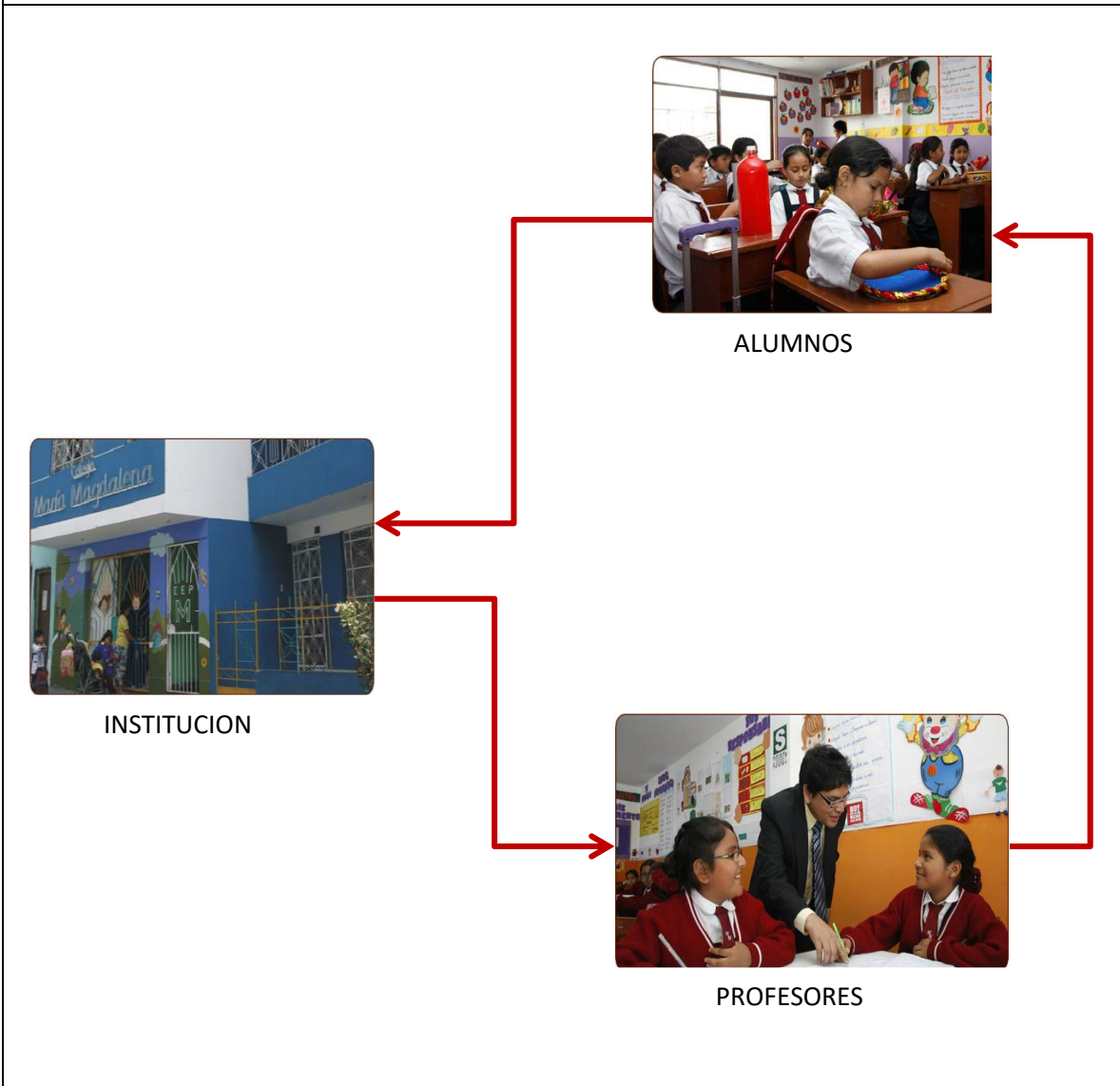
## **VISION**

“María Magdalena” tiene como visión ser líder en la educación basada en la enseñanza con valores de calidad,empleando metodologías de la actualidad , ser una institución al servicio de la comunidad comprometido con una mejora continua ,considerando al alumnado como el centro de la educación y siendo el protagonista de su formación.

## **POLITICAS**

1. Desarrollar programas que hagan posible la mejora continua en el proceso educativo.
2. Capacitar al personal eficiente en sus tareas manteniendo en práctica “el trabajo en equipo”.
3. Desarrollar nuevas inversiones para el equipamiento tecnológico que requiere la institución.

# SISTEMA DE LA INSTITUCION





## **1.2. Delimitación del problema:**

Este estudio fue realizado en el colegio MARIA MAGDALENA en el distrito de San Martin , el área donde se aplicó el estudio es el nivel secundario, esta área se encarga de brindar conocimientos en los diferentes niveles de ciencias y letras.

Por este motivo toda la información necesaria que necesitamos lo solicitamos en la oficina de administración, esta oficina era responsable de coordinar con los coordinadores de cada área académica, de esa forma nos brindaba la información detallada facilitándonos en archivos para ser procesados, y cuando era necesario obtener mayor información solamente se solicitaba autorización al área encargada. La información brindada por los encargados nos facilitó acceder a diferentes horarios de los profesores y los cursos, entre otros aspectos.

Los datos e información están dados de fuentes secundarias, de la base de datos que la Institución nos facilitó, o también algunas informaciones nos proporcionaron en forma resumida. Los datos proporcionados por la administración del colegio no podemos corroborar si fueron tomados de una forma correcta o si han considerado los diferentes criterios necesarios para que los datos recolectados tengan confiabilidad.

## **1.3. Planteamiento del problema**

El sistema en estudio es un colegio privado, dicho Colegio funciona de lunes a viernes de 8:00 am. A 3:00pm , se encuentra ubicado en el distrito de San Martin, brinda servicios de educación en los tres niveles Inicial, Primaria y secundaria, también asesorías en las tardes, dispone de 6 profesores fijos en secundaria y 8 profesores fijos en primaria. A estos profesores se les debe programar un horario considerando la disponibilidad de su tiempo de los profesores, se requiere que la capacidad del personal asignado esté acorde a los requerimientos del Colegio.

Los profesores fijos que se encuentran laborando en la institución tienen un sueldo fijo sin importar si están dictando clase en determinada hora, las horas libres también son pagadas lo cual genera pérdidas económicas para la institución, estas

horas libres del profesor se deben a que los horarios de los cursos están implementados de tal manera que se genera un vacío o tiempo perdido para la institución y tiempo libre para el profesor, si no hubiera tiempo libre se aprovecharía mejor a los profesores para que dicten clases .

En la actualidad el Colegio asigna los profesores para los cursos implementados de manera manual siguiendo una serie de pasos, para los diferentes cursos de ciencias y de letras, los responsables de cada área son los encargados de elaborar semestral y anualmente los diferentes horarios para cada salón ,esta planeación requiere algunos días de trabajo, por lo cual en plena marcha se presenta algunos inconvenientes, por ejemplo cuando algún profesor falta o renuncia por motivos diversos, la coordinación se ve en apuros porque tiene que cubrir esas horas con profesores que no son del área y si los profesores están ocupados todos dictando clases sencillamente los alumnos quedan sin profesor por esas horas, lo cual generara una incomodidad en el alumno y quejas por sus padres, por otro lado en los exámenes bimestrales los alumnos son removidos a diferentes aulas con fines de combinar secciones para asegurar la transparencia del examen. Para ello también se asignan profesores en cada aula, y los alumnos que no dan exámenes por motivo de pago serán reprogramados sus exámenes en otra fecha lo cual implica todo un cambio de horario. Esta asignación para el examen bimestral se realiza cada bimestre de acuerdo a la malla curricular, el coordinador designa a un profesor dentro de los horarios disponibles, una vez que la coordinación estableció el horario de exámenes bimestrales estos se entregan a la Dirección la cual autoriza el horario planteado. El inconveniente o problema que vamos a modelar es obtener una programación de horas para cada uno de las asignaturas, las asignaturas se encuentran programadas de acuerdo a los grados, los profesores de diferentes áreas ya deben tener cada uno de los cursos que van a dictar.

## **1.4. Formulación del problema**

### **1.4.1. Problema general:**

¿Cuál será la asignación adecuada de cursos y horarios para minimizar la cantidad de horas libres de los profesores?

### **1.4.2. Problemas específicos:**

- ¿Qué cantidad de recursos económicos se ahorraría si la programación fuese la adecuada?
- ¿En cuánto se reduciría el tiempo libre de los profesores si la programación fuese la adecuada?
- ¿Qué beneficios tendría la institución si la programación de horarios fuese la adecuada?

## **1.5. Justificación de la investigación**

Las Instituciones en el rubro de educación al momento de asignar horarios generan gastos en los tiempos libres, entre otros, todo gasto generado va significar una desventaja en los beneficios. En la institución donde se hace el estudio, los gastos que se generan se deben al tiempo libre de los profesores, ya que estos profesores deben dictar teoría y práctica sin particionar el tiempo, así se ha considerado trascendente llevar a cabo el estudio con el fin de formular un modelo que nos permita determinar la asignación óptima de horas libres en la programación de horarios.

Los beneficiarios directos de esta investigación son los promotores, los docentes y los alumnos de la institución educativa MARIA MAGDALENA. No existirán horas libres en exceso logrando reducir los gastos y de esta manera, generando mayores ingresos.

## **1.6. Limitaciones de la investigación**

Detectamos algunas limitaciones que hacen mas lentas la elaboración del estudio en curso.

1. dificultades para el acceso de información necesaria.
2. Falta de internet inestable
3. Tiempo Para fines de investigación la institución permitió el contacto con el personal entre 10 a 15 minutos por día, tiempo realmente insuficiente, teniendo en cuenta además que es sólo 1 día por semana.
4. Disponibilidad de los informantes para participar en el estudio

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Determinar la asignación adecuada de cursos y horarios para minimizar la cantidad de tiempo libre de los profesores.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Minimizar los gastos ocasionados por las horas libres.
- Reducir el tiempo libre de los profesores.
- Modelar la asignación de horarios con sus respectivas restricciones.

### **3. Hipótesis y Variables**

#### **3.1. Hipótesis general**

Haciendo el uso de la meta heurística de búsqueda de tabú, se podrá determinar la asignación adecuada de horarios de tal manera que minimice la cantidad de tiempo libre de los profesores.

#### **3.2. Hipótesis específicas**

- Por medio de la meta heurística búsqueda tabú se reducirá el tiempo libre de los profesores.
- Reducir el costo por horas libres Mediante el uso de la meta heurística de búsqueda tabú.
- La meta heurística búsqueda tabú permitirá verificar el beneficio que tendría la institución si la programación de horarios fuese la adecuada.

#### **3.3. Variables**

X1 = numero de salones.

X2 = numero de cursos.

X3 = cantidad de docentes.

X4 = tiempo libre del docente.

### **4. Marco Teórico Conceptual**

#### **4.1. ANTECEDENTES**

Hay diversos trabajos realizados en diferentes lugares del mundo tratando de resolver el problema de como asignar horarios en diferentes instituciones ya sea colegio o universidades, como por ejemplo algoritmo de tipo búsqueda tabú para un problema de programación de horarios universitario (Cristian Oliva San Martín – Gastón Marcelo Ramírez Guzmán-Universidad Católica – Chile-2013), estos tipos de investigaciones tratan un problema en particular para tratar de obtener resultados muy necesarios para que puedan aplicar en las diferentes instituciones como los colegios, universidades, institutos, el método cuando aplicamos a instituciones con poco

alumnado funciona óptimamente pero no sucede cuando ya abarcamos instituciones con mayor alumnado el método empieza tener empieza a tener fallas de manera directamente proporcional al número de alumnos y la cantidad de salones que tratan de asignar horarios. Se sabe también que estos métodos no han llegado a optimizar al cien por ciento y de esa forma resolver los problemas de asignación de horarios en los diferentes niveles educativos.

A pesar de esos inconvenientes los resultados que se obtuvieron mejoran de manera eficaz cualquier asignación de horario de tipo manual. Los principales avances que se tuvo en el tiempo en lo que respecta a la asignación de horario fue reducir significativamente los tiempos libres que los profesores puedan tener y esto se pudo hacer gracias a la utilización de sistemas computacionales, los sistemas computacionales es una ventaja en diferentes áreas este sistema nos permite hacer modificaciones o simulaciones en la programación de horarios de acuerdo como se necesite que sea el horario, hasta llegar obtener resultados optimos . otra ventaja también es que se pueda involucrar varias variables con sus respectivas limitaciones de acuerdo como se quiera, ya que este tipo de técnicas computacionales nos va permitir manejar de la mejor forma un número grande de variables sin afectar significativamente el tiempo de programación.

#### **4.2. Antecedentes Internacionales**

Encntramos estudios diversos de otras Instituciones educativas correspondiente a un tipo de asignacion de horario de clases universitarias mediante el algoritmo evolutivo, de Jose Mejia Caballero universidad de Guajira riocha -colombia. Otro es meta heurística para la asignación de horarios universitarios con variación de tamaños de curso, de Miguel Leonardo Jimenez Ortiz Universidad de Ibague-Colombia-2019.

Problema de asignación óptima de salones resuelto con Búsqueda Tabú -John Fredy Franco Baquero, Eliana Mirledy Toro Ocampo, Ramón Alfonso Gallego Rendón- Universidad Estadual Paulista (Brasil)-2008

### 4.3 Antecedentes Nacionales

En el ámbito nacional se han hecho aplicaciones en diferentes instituciones tales como el estudio realizado en una organización privada, esto para ver la optimización de distribución de máquinas en una planta de producción, para este caso en particular han utilizado una variante de programación lineal entera, en el modelo de transporte, el trabajo realizado es "asignación de máquinas a ordenes de producción mediante programación lineal entera" (Raul Eloy Araujo Cajamarca unmsm-2009)

### 4.4. Heurísticas y meta heurísticas

Los principios de la meta-heurística se fundamentan en las heurísticas, es por ello que, antes de tratar la meta heurísticas, vamos hacer una descripción muy breve de lo que se trata la meta heurísticas.

La heurística viene ser una serie de pasos o procedimientos de los que nos lleva a una solución deseada, según Zanakis y Evans es un procedimiento simple basado en un sentido común.

La meta-heurística, es un conjunto de procesos repetitivos sobre un problema. Las meta-heurísticas, están siendo aplicadas con éxito a una gran variedad de problemas difíciles de búsqueda y optimización combinatoria. Constituyen la última generación de algoritmos heurísticos, ampliamente utilizados para resolver problemas de optimización de todo tipo cuando métodos exactos no son aplicables. Un algoritmo meta heurístico se puede definir como aquel proceso interactivo que guía y/o modifica las operaciones y/o soluciones de mayor calidad en un tiempo razonable. Manipula una única solución o un conjunto de estas en cada una de las iteraciones y a medida que el proceso avanza la solución o soluciones van mejorando.

Algunas meta heurísticas más conocidas que podemos mencionar son: búsqueda tabú, algoritmos genéticos, recocido simulado y GRASP

---

(1) Osman, I.H. and Kelly, J.P. (eds.). Meta-Heuristics: Theory and Applications, Boston USA Ed. Kluwer Academic, (1996).

## ¿Qué son metaheurísticas?

En los últimos años han aparecido una serie de métodos bajo el nombre de Metaheurísticas con el propósito de obtener mejores resultados que los alcanzados por los métodos heurísticos tradicionales.

---

(2)Melián, Belén. Perez, Jose A. et al."Metaheurísticas: una visión global". Inteligencia Artificial, Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial. N.19 pp. 7-28 ISSN: 1137-3601. © AEPIA(2003).  
<http://www.aepia.org/revista>.

Díaz, A., Glover, F., Ghaziri, H.M., et al, Optimización Heurística y Redes Neuronales. Madrid

El sufijo "meta" significa "más allá", a un nivel superior, las metaheurísticas son estrategias para diseñar o mejorar los procedimientos heurísticos con miras a obtener un alto rendimiento. El término metaheurística fue introducido por Fred Glover en 1986 y a partir de entonces han aparecido muchas propuestas de pautas o guías para diseñar mejores procedimientos de solución de problemas combinatorios.

Las metaheurísticas se sitúan conceptualmente "por encima" de las heurísticas en el sentido que guían el diseño de éstas, pueden estar compuestas por una combinación de algunas heurísticas, por ejemplo una metaheurística puede usar una heurística constructiva para generar una solución inicial y luego usar otra heurística de búsqueda para encontrar una mejor solución.

## ALGORITMO GENETICO

los algoritmos genéticos. Son llamados así porque se inspiran en la evolución biológica y su base genético-molecular. Estos algoritmos hacen evolucionar una población de individuos sometiéndola a acciones aleatorias semejantes a las que actúan en la evolución biológica (mutaciones y recombinaciones genéticas), así como también a una Selección de acuerdo con algún criterio, en función del cual se decide cuáles son los individuos más adaptados, que sobreviven, y cuáles los



menos aptos, que son descartados. Es incluido dentro de los algoritmos evolutivos, que incluyen también las estrategias evolutivas, la programación evolutiva y la programación genética. Dentro de esta última se han logrado avances curiosos:

## **METODOLOGIA DE LA BUSQUEDA TABU**

### **Definiciones previas:**

Algunas definiciones previas.

- en una optimización combinatoria vamos utilizar  $X$  para fijar la solución o las posibles soluciones del tem a observar.
- las posibles soluciones se denominan entorno o vecindad.

### **ALGORITMO DE LA BUSQUEDA TABU:**

La búsqueda tabú procede como cualquier algoritmo de búsqueda:

“Dada una solución  $x$  se define un entorno o vecindario  $N(x)$ , se evalúa y se “mueve” a una mejor solución pero, en lugar de considerar todo el entorno o vecindario la búsqueda tabú define el entorno reducido  $N^*(x)$  como aquellas soluciones disponibles (no tabú) del entorno *de*  $x$ .”

## Algoritmo de la BÚSQUEDA TABÚ SIMPLE

Generar solución inicial  $x_0$

$k = 1.$

$x = x_0.$  (x es la solución actual)

**MIENTRAS** la condición de finalización no se encuentre

### HACER:

Identificar  $N(x).$  (Vecindario de x)

Identificar  $T(x,k).$  (Lista Tabú)

Identificar  $A(s,k).$  (Conjunto de Aspirantes)

Determinar  $N^*(x,k) = \{N(x) - T(x,k)\} \cup A(x,k).$  (Vecindario reducido)

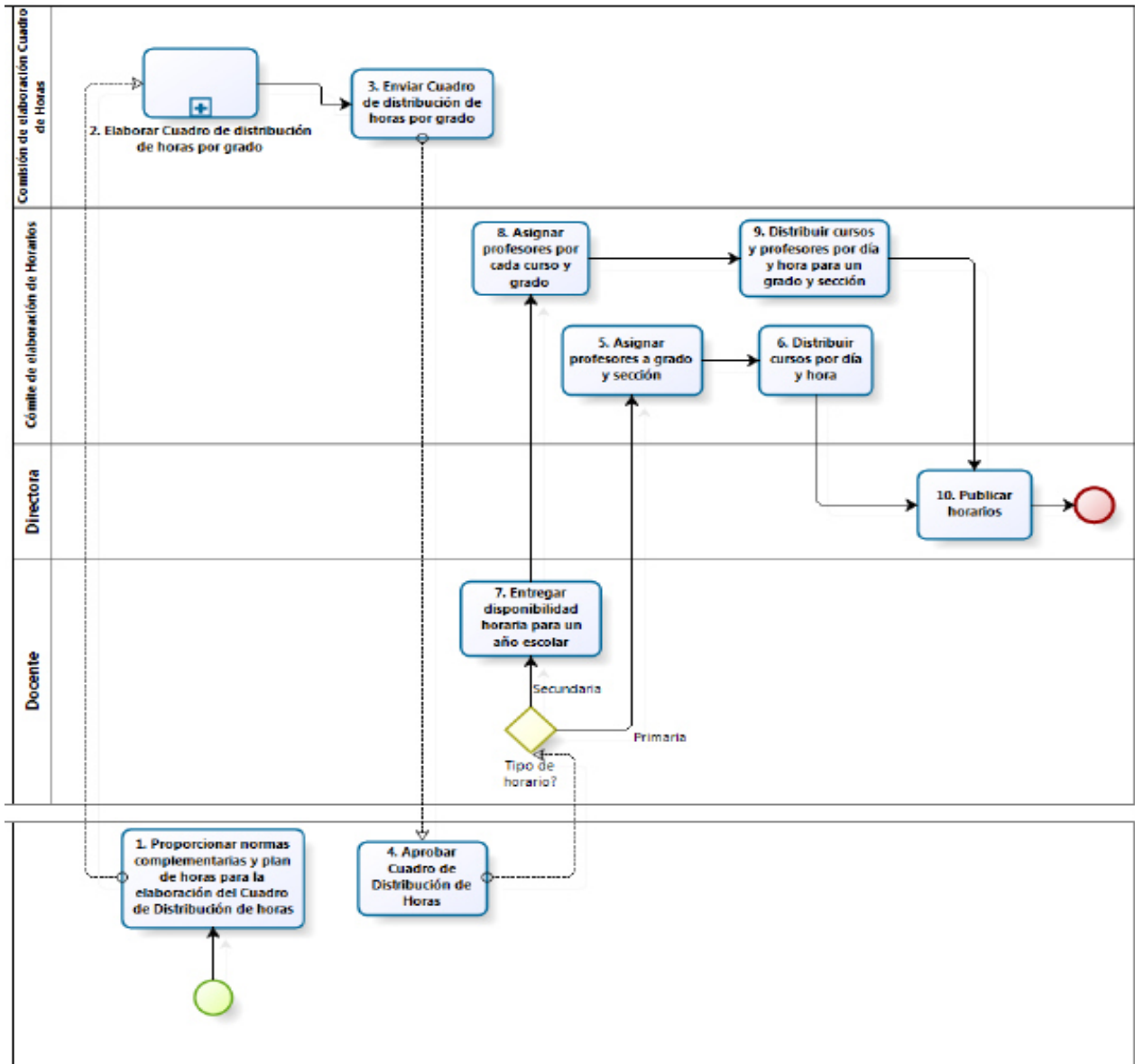
Escoger la mejor  $x \in N^*(x,k)$

“Guardar” x si mejora la mejor solución conocida  $x_k := x.$

Actualizar la lista tabú

$k := k+1.$

**FIN MIENTRAS.**



## SOFTWARE EXISTENTES

### ASG Horarios

Software perteneciente a la empresa ASC Applied Software Consultants, este programa permite generar horarios en los diferentes niveles de educación, una de las características es que presenta una variedad de funciones como por ejemplo un generador de horario según uno se desea con sus parámetros, pero también va presentar algunas restricciones como la asignación de cursos si se establece dos veces por semana no pudiendo colocar dos días consecutivos, pasa lo mismo con tres asignaciones a la semana. Este software selecciona a los alumnos en grupos en un grado y cuando genera el horario el sistema establece si el grupo tenga una lección al día. Se puede apreciar el software ASG Horarios en la Figura .

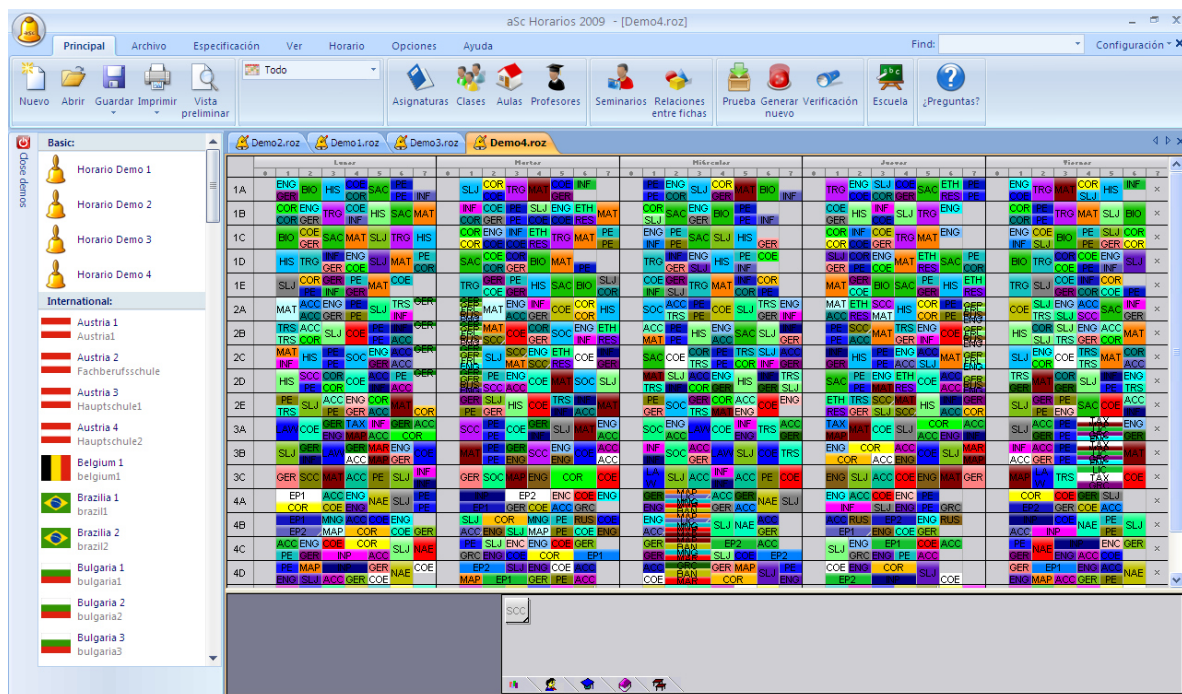


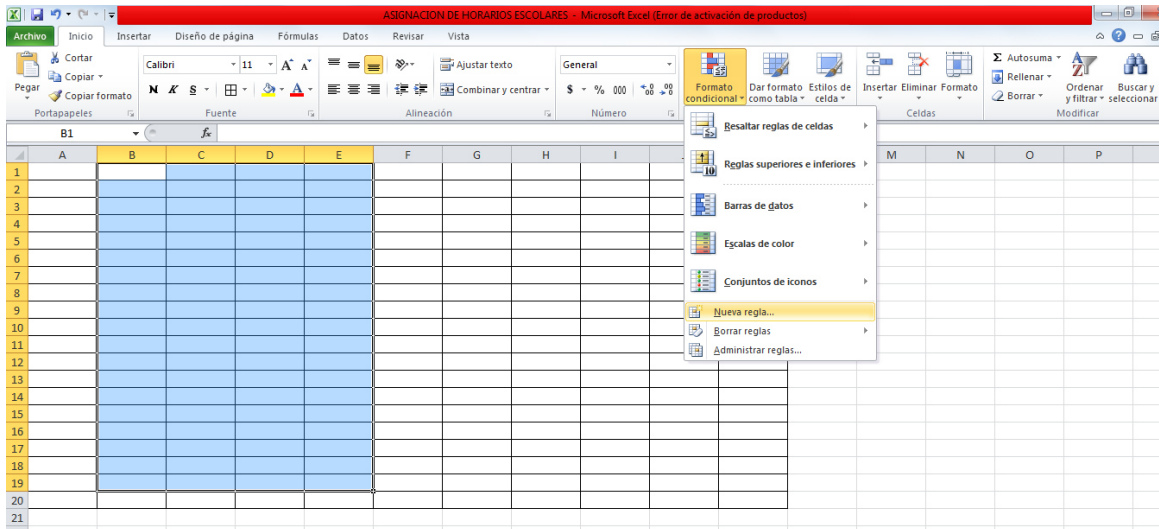
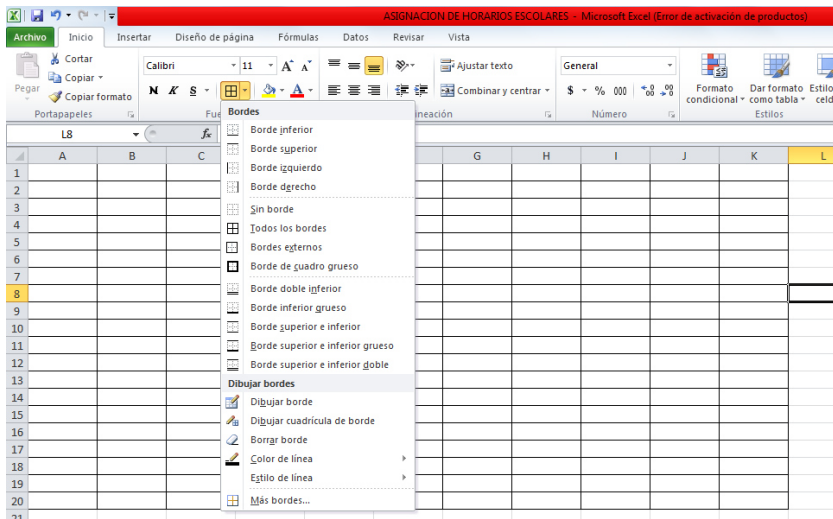
Figura 1.2 – Sistema ASG Horarios

Fuente: [http://www.asctimetables.com/timetables\\_es.html](http://www.asctimetables.com/timetables_es.html)

## Solución Propuesta

La solución planteada debe ser ligada a una tecnología que facilite la elaboración de diferentes horarios de las aulas y también como no de talleres extra curriculares ,por la cual este programa debe evitar errores que se cometen al hacer un horario en forma manual , este procedimiento nos dara la mejor optimización para que no haya cruces de horarios y aprovechando a lo máximo las horas disponibles de los profesores.

## PROCEDIMIENTO EN EXCEL



ASIGNACION DE HORARIOS ESCOLARES - Microsoft Excel (Error de activación de productos)

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista

Calibri 11 A A Ajustar texto General

Cortar Copiar Pegar Copiar formato Combinar y centrar

Formato condicional Dar formato como tabla Estilos de celda Insertar Eliminar Formato Autosuma Rellenar Ordenar y filtrar Buscar y seleccionar

Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas Modificar

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS			
1	EDUCADORES	LUNES						MARTES						MIERCOLES						JUEVES						VIERNES																						
2		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7												
3	LESLY ZAVALETA																																															
4	ISABEL COSSIO																																															
5	OMAR CANDELA																																															
6	WILMER MACHUCA																																															
7	JESUS FIGUEROA																																															
8	BERTHA MARTINEZ																																															
9	EDSON GOMEZ																																															
10	DANIEL BASURTO																																															
11	LUIS PINTO																																															
12	CARLOS BARTOLOME																																															

ASIGNACION DE HORARIOS ESCOLARES - Microsoft Excel (Error de activación de productos)

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista

Calibri 11 A A Ajustar texto General

Cortar Copiar Pegar Copiar formato Combinar y centrar

Formato condicional Dar formato como tabla Estilos de celda Insertar Eliminar Formato Autosuma Rellenar Ordenar y filtrar Buscar y seleccionar

Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas Modificar

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS								
11	LUIS PINTO																																																				
12	CARLOS BARTOLOME																																																				
13																																																					
14			LUNES			MARTES					MIERCOLES					JUEVES						VIERNES																															
15	7:30 - 8:20		Aritmetica 5 <sup>a</sup>			Aritmetica 4 <sup>a</sup>					Algebra 1 <sup>a</sup>					Aritmetica 3 <sup>a</sup>					Geometria 3 <sup>a</sup>																																
16	8:20 - 9:10		Trigonometria 3 <sup>a</sup>			Algebra 2 <sup>a</sup>					Trigonometria 3 <sup>a</sup>					Aritmetica 5 <sup>a</sup>																																					
17	9:10 - 10:00		Trigonometria 3 <sup>a</sup>			Algebra 2 <sup>a</sup>					Trigonometria 3 <sup>a</sup>					Aritmetica 5 <sup>a</sup>																																					
18	10:00 - 10:50		Geometria 1 <sup>a</sup>			Algebra 5 <sup>a</sup>					Geometria 5 <sup>a</sup>											Trigonometria 5 <sup>a</sup>																															
19	10:50 - 11:35																																																				
20	11:35 - 12:05		RECREO																																																		
21	12:05 - 12:50		Algebra 3 <sup>a</sup>			Algebra 1 <sup>a</sup>										Algebra 4 <sup>a</sup>						Aritmetica 3 <sup>a</sup>																															
22	12:50 - 1:35																																																				
23	1:35 - 2:20																																																				
24	2:20 - 3:00		Trigonometria 2 <sup>a</sup>			Algebra 2 <sup>a</sup>					Trigonometria 4 <sup>a</sup>					Geometria 2 <sup>a</sup>						Geometria 4 <sup>a</sup>																															
25																																																					
26																																																					

## CONCLUSIONES

Este método sencillo para la asignación de horarios en Excel algunas ventajas que podemos apreciar es:

- La facilidad en las diferentes capturas de datos
- Permite manipular una gran base de datos requeridos
- Es de uso fácil
- Los resultados obtenidos son muchos mejores a los semestres anteriores