



Universidad Abierta y a Distancia de México

**División de Ciencias Exactas, Ingeniería y
Tecnología**

Programa educativo: Matemáticas

Semestre: 8vo.

Unidad didáctica: Proyecto Terminal II.

Actividad: Manual de usuario del
proyecto para optimizar la asignación de
horarios.

Nombre del estudiante: Héctor Humberto
Rodríguez Silva

Matrícula: ES1821013343

Grupo: MT-MPTE2-2402-B0-001

Figura académica: Dra. María del Alba
Pacheco Blas

Aguascalientes, Ags. a 26 de noviembre de 2024



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	3
CONTENIDO DEL MANUAL.....	4
COMENTARIOS FINALES.....	11
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12



INTRODUCCIÓN

El presente manual tiene el objetivo de guiar a los usuarios que estén interesados en aprovechar los esfuerzos realizados en el trabajo de Proyecto Terminal 1 y 2 para utilizar y en su caso adaptar el código de programación en lenguaje Python que permite llevar a cabo la “Aplicación de técnicas de investigación de operaciones para optimizar la asignación de horarios de trabajo en el ámbito educativo: un enfoque específico en Escuelas Secundarias de Aguascalientes”.

No se omite mencionar que dicho recurso, depositado en GitHub, ha sido desarrollado bajo principios de accesibilidad y facilidad de uso, permitiendo a los usuarios no solo implementar el sistema tal como se diseñó originalmente, sino también personalizarlo para atender necesidades específicas de sus instituciones educativas.



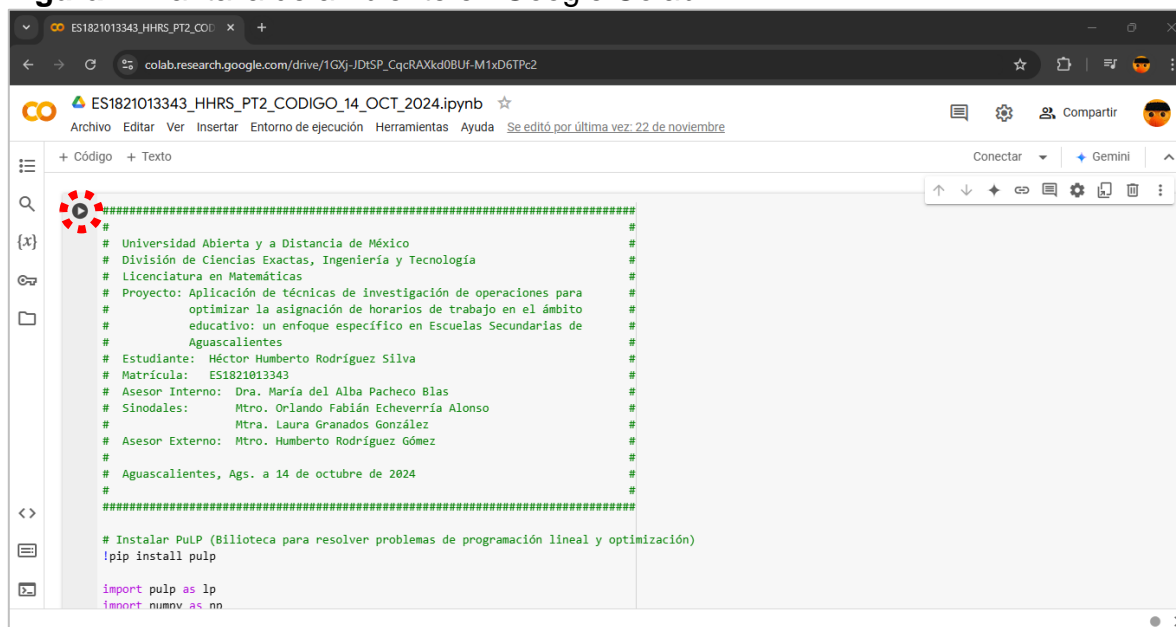
CONTENIDO DEL MANUAL

1. Ejecución del programa desde la plataforma en que se desarrolló

El código en lenguaje Python que se incluye en el repositorio GitHub fue desarrollado desde la plataforma Google Colab para realizar su edición y ejecución en línea, pero este puede ser ejecutado sin mayor problema desde una computadora personal, sin que se requiera estar conectada en todo momento a Internet.

Por lo tanto, si se desea correr desde dicha plataforma, se deberá subir el archivo a dicha plataforma y ejecutarlo con el botón de acción señalado en color rojo, como se muestra en la Figura 1:

Figura 1. Pantalla de ambiente en Google Colab.



Fuente: Elaboración propia, basada en Instituto de Educación de Aguascalientes (2023).

El resultado de dicha acción se podrá apreciar al usar la barra de desplazamiento y posicionarse en la parte inferior del código, el mostrará las tablas completas de asignación de horarios de la institución educativa, tal como se muestra en la Figura 2:



Figura 2. Tablas de salida con las propuestas de horario en Google Colab.

Requirement already satisfied: pulp in /usr/local/lib/python3.10/dist-packages (2.9.0)
/usr/local/lib/python3.10/dist-packages/pulp/pulp.py:1650: UserWarning: Overwriting previously set objective.
warnings.warn("Overwriting previously set objective.")
Horario para el grupo 1A el día Lunes:

	Clase	Disciplina	Profesor
0	Clase de 7 a 8 am	Artes	Juan Jesús Cervantes Montoya
1	Clase de 8 a 9 am	Laboratorio	Ma. Esther Montoya Melchor
2	Clase de 9 a 10 am	Integración Curricular	Leticia Rivera Ávila
3	Clase de 10 a 11 am	Matemáticas	María del Socorro Bañuelos Casa
4	Clase de 11 am a 12 pm	Matemáticas	María del Socorro Bañuelos Casa
5	Clase de 12 pm a 1 pm	Artes	Juan Jesús Cervantes Montoya
6	Clase de 1 a 2 pm	Formación Cívica y Ética	Mónica Elizabeth Hernández Capetillo

Horario para el grupo 1A el día Martes:

	Clase	Disciplina	Profesor
0	Clase de 7 a 8 am	Español	Manuela Ramírez Medina
1	Clase de 8 a 9 am	Historia	María Fernanda Díaz Torres
2	Clase de 9 a 10 am	Tutoría	Leslie Bermejillo Cuevas

Fuente: Elaboración propia, basada en Instituto de Educación de Aguascalientes (2023).

2. Adaptación y/o modificación del código

Si lo que se pretende es realizar modificaciones al código, se deberán de tener en cuenta algunas consideraciones, con el fin de que se puedan implementar de forma correcta.

a) Definición de las listas de grupos, días, clases, disciplinas (materias) y profesores

Se deberá editar lo que se considere necesario en la siguiente parte del código:

```
# Definición de las listas de grupos, días, clases, disciplinas y profesores
grupos = ["1A", "1B", "1C", "1D", "1E", "1F", "2A", "2B", "2C", "2D", "2E", "2F", "3A",
"3B", "3C", "3D", "3E", "3F"]
dias = ["Lunes", "Martes", "Miércoles", "Jueves", "Viernes"]
clases = ["Clase de 7 a 8 am", "Clase de 8 a 9 am", "Clase de 9 a 10 am", "Clase de 10 a 11
am", "Clase de 11 am a 12 pm", "Clase de 12 pm a 1 pm", "Clase de 1 a 2 pm"]

disciplinas = [
    "Artes", "Ciencias", "Educación Física", "Español", "Formación Cívica y Ética",
    "Geografía", "Historia", "Inglés", "Integración Curricular", "Laboratorio", "Matemáticas",
    "Tecnología", "Tutoría",
]
```



```
profesores = [
    "Juan Carlos Marín Esquivel", "Manuela Ramírez Medina", "Olga Herrera Mireles",
    "Alfredo Alexis Morales Flores", "Mayela Ríos González", "Irene Berenice Terrones
Hernández", "María del Socorro Bañuelos Casa", "Marco Arturo Fajardo Medina", "Francisco
Javier Gallardo Delgado", "Olaya Janeth Montes Oliva", "Alejandro Vargas Castañeda", "Héctor
De León Dávalos", "Marco Antonio Ávila Alcalá", "Georgina Selene Guerra Marín", "Claudia
Cecilia Luevano López", "Sergio González Landín", "Leslie Bermejillo Cuevas", "Aldo Omar
Saucedo Reyes", "César Núñez Soto", "Alma Cecilia Esparza Palos", "Susana Gabriela Gutiérrez
Cantú", "Ma. Guadalupe Rendón Álvarez", "Silvia Verónica Flores Zamora", "María Fernanda
Díaz Torres", "Viridiana Mendoza Medina", "Araceli de Jesús Mardujano Cardona", "Mónica
Elizabeth Hernández Capetillo", "Roberto Manríquez Herrera", "Robin Emmanuel Ramírez Gómez",
"José Antonio Ontiveros García", "Sara Elena Richart García", "Héctor Humberto Rodríguez
Silva", "Juan Jesús Cervantes Montoya", "Anshany Esmeralda De Loera Olivas", "Ángel Arellano
Ruiz", "Noemí Rangel Carpio", "Leticia Rivera Ávila", "Ma. Esther Montoya Melchor"
]
```

b) Definición de asignaciones profesor-disciplina

Será necesario realizar las modificaciones pertinentes en la siguiente sección del código:

```
# Mapeo de asignaciones profesor-disciplina
asignaciones_profesor_disciplina = {
    "Juan Carlos Marín Esquivel": ["Español"],
    "Manuela Ramírez Medina": ["Español"],
    "Olga Herrera Mireles": ["Español"],
    "Alfredo Alexis Morales Flores": ["Inglés"],
    "Mayela Ríos González": ["Inglés"],
    "Irene Berenice Terrones Hernández": ["Inglés"],
    "María del Socorro Bañuelos Casa": ["Matemáticas"],
    "Marco Arturo Fajardo Medina": ["Matemáticas", "Tutoría"],
    "Francisco Javier Gallardo Delgado": ["Matemáticas"],
    "Olaya Janeth Montes Oliva": ["Ciencias", "Tutoría"],
    "Alejandro Vargas Castañeda": ["Ciencias"],
    "Héctor De León Dávalos": ["Ciencias"],
    "Marco Antonio Ávila Alcalá": ["Ciencias"],
    "Georgina Selene Guerra Marín": ["Ciencias"],
    "Claudia Cecilia Luevano López": ["Ciencias"],
    "Sergio González Landín": ["Ciencias", "Integración Curricular", "Tutoría"],
    "Leslie Bermejillo Cuevas": ["Tutoría", "Geografía"],
    "Aldo Omar Saucedo Reyes": ["Tutoría", "Geografía"],
    "César Núñez Soto": ["Geografía"],
    "Alma Cecilia Esparza Palos": ["Geografía"],
```




```

"Susana Gabriela Gutiérrez Cantú": ["Geografía"],
"Ma. Guadalupe Rendón Álvarez": ["Tutoría", "Historia"],
"Silvia Verónica Flores Zamora": ["Tutoría", "Historia"],
"María Fernanda Díaz Torres": ["Historia"],
"Viridiana Mendoza Medina": ["Formación Cívica y Ética"],
"Araceli de Jesús Mardujano Cardona": ["Formación Cívica y Ética"],
"Mónica Elizabeth Hernández Capetillo": ["Formación Cívica y Ética"],
"Roberto Manríquez Herrera": ["Educación Física"],
"Robin Emmanuel Ramírez Gómez": ["Educación Física"],
"José Antonio Ontiveros García": ["Tecnología"],
"Sara Elena Richart García": ["Tecnología"],
"Héctor Humberto Rodríguez Silva": ["Tecnología", "Artes"],
"Juan Jesús Cervantes Montoya": ["Artes"],
"Anshany Esmeralda De Loera Olivas": ["Artes"],
"Ángel Arellano Ruiz": ["Artes"],
"Noemí Rangel Carpio": ["Tutoría", "Integración Curricular"],
"Leticia Rivera Ávila": ["Tutoría", "Integración Curricular"],
"Ma. Esther Montoya Melchor": ["Laboratorio"],
}

```

c) Definición de los pesos a asignar para cada disciplina

Es preciso ajustar lo necesario en la parte del código que se indica a continuación:

```

# Definición de los pesos para cada disciplina
pesos_disciplinas = {
    "Matemáticas": 10,          # Peso muy alto
    "Laboratorio": 9,          # Peso muy alto
    "Ciencias": 8,             # Peso alto
    "Inglés": 7,               # Peso alto
    "Tecnología": 6,           # Peso medio
    "Español": 5,              # Peso medio
    "Historia": 5,             # Peso medio
    "Geografía": 4,            # Peso bajo
    "Formación Cívica y Ética": 4, # Peso bajo
    "Tutoría": 3,              # Peso bajo
    "Educación Física": 3,      # Peso bajo
    "Artes": 2,                # Peso muy bajo
    "Integración Curricular": 1, # Peso muy bajo
}

```



d) *Definición de los pesos para cada profesor, a partir del número de horas que imparten.*

Será necesario efectuar los cambios correspondientes en la siguiente sección del código:

```
# Definición de los pesos para cada profesor, con base en el número de clases que imparten
pesos_profesores = {
    "Juan Carlos Marín Esquivel": 35,          # Peso muy alto
    "Francisco Javier Gallardo Delgado": 35,   # Peso muy alto
    "Ma. Guadalupe Rendón Álvarez": 34,        # Peso muy alto
    "Alfredo Alexis Morales Flores": 33,        # Peso muy alto
    "Juan Jesús Cervantes Montoya": 33,         # Peso muy alto
    "Marco Arturo Fajardo Medina": 32,          # Peso muy alto
    "Manuela Ramírez Medina": 30,              # Peso alto
    "Roberto Manríquez Herrera": 28,           # Peso alto
    "Olaya Janeth Montes Oliva": 26,           # Peso alto
    "Olga Herrera Mireles": 25,               # Peso alto
    "María del Socorro Bañuelos Casa": 25,      # Peso alto
    "Alejandro Vargas Castañeda": 24,          # Peso medio
    "Héctor Humberto Rodríguez Silva": 24,     # Peso medio
    "Mónica Elizabeth Hernández Capetillo": 20, # Peso medio
    "Mayela Ríos González": 18,               # Peso medio
    "Héctor De León Dávalos": 18,            # Peso medio
    "José Antonio Ontiveros García": 18,       # Peso medio
    "Sara Elena Richart García": 18,          # Peso medio
    "Ma. Esther Montoya Melchor": 18,         # Peso medio
    "María Fernanda Díaz Torres": 16,         # Peso medio
    "Silvia Verónica Flores Zamora": 13,       # Peso bajo
    "Marco Antonio Ávila Alcalá": 12,         # Peso bajo
    "Araceli de Jesús Mardujano Cardona": 12,  # Peso bajo
    "Anshany Esmeralda De Loera Olivas": 12,  # Peso bajo
    "Leticia Rivera Ávila": 11,              # Peso bajo
    "Leslie Bermejillo Cuevas": 10,           # Peso bajo
    "Noemí Rangel Carpio": 9,                # Peso bajo
    "Robin Emmanuel Ramírez Gómez": 8,        # Peso bajo
    "Sergio González Landín": 8,             # Peso bajo
    "Georgina Selene Guerra Marín": 6,        # Peso bajo
    "Claudia Cecilia Luevano López": 6,       # Peso bajo
    "Aldo Omar Saucedo Reyes": 5,            # Peso muy bajo
    "César Núñez Soto": 4,                   # Peso muy bajo
    "Alma Cecilia Esparza Palos": 4,          # Peso muy bajo
    "Susana Gabriela Gutiérrez Cantú": 4,     # Peso muy bajo
    "Viridiana Mendoza Medina": 4,           # Peso muy bajo
    "Irene Berenice Terrones Hernández": 3,   # Peso muy bajo
}
```




```
"Ángel Arellano Ruíz": 3,                                     # Peso muy bajo
}
```

e) Adecuación de las restricciones asociadas a la función objetivo

Esta parte también resulta importante, ya que se trata de las diferentes restricciones desarrolladas que están asociadas a la función objetivo a maximizar. Se pueden modificar según las necesidades, eliminar, e incluso se podrían agregar más. A continuación se incluyen las restricciones contenidas en el código:

```
# Restricción 1: Un profesor puede impartir como mínimo 1 clase a la semana y como máximo 7
clases al día y 35 clases a la semana
for m in range(len(profesores)):
    for j in range(len(dias)):
        prob += lp.lpSum(x[i][j][k][l][m] for i in range(len(grupos))
                           for k in range(len(clases))
                           for l in range(len(disciplinas))) <= 7
    prob += lp.lpSum(x[i][j][k][l][m] for i in range(len(grupos))
                     for j in range(len(dias))
                     for k in range(len(clases))
                     for l in range(len(disciplinas))) <= 35

# Restricción 2: Un profesor puede impartir como máximo 7 clases al día y como máximo 35
clases a la semana
for i in range(len(grupos)):
    for j in range(len(dias)):
        prob += lp.lpSum(x[i][j][k][l][m] for k in range(len(clases))
                           for l in range(len(disciplinas))
                           for m in range(len(profesores))) == 7

# Restricción 3: Un profesor solo puede ser asignado a sus disciplinas correspondientes
for m in range(len(profesores)):
    for l in range(len(disciplinas)):
        if disciplinas[l] not in asignaciones_profesor_disciplina[profesores[m]]:
            prob += lp.lpSum(x[i][j][k][l][m] for i in range(len(grupos))
                              for j in range(len(dias))
                              for k in range(len(clases))) == 0

# Restricción 4: Una disciplina se puede repetir máximo 2 veces en un mismo día para un
mismo grupo
for i in range(len(grupos)):
    for j in range(len(dias)):
        for l in range(len(disciplinas)):
            prob += lp.lpSum(x[i][j][k][l][m] for k in range(len(clases))
```



```

for m in range(len(profesores)): <= 2

# Restricción 5: No se puede asignar más de una disciplina a una misma clase en el mismo día
for i in range(len(grupos)): # Para cada grupo
    for j in range(len(dias)): # Para cada día
        for k in range(len(clases)): # Para cada clase
            prob += lp.lpSum(x[i][j][k][l][m] for l in range(len(disciplinas)) for m in
range(len(profesores))) <= 1

# Restricción 6: Un grupo debe recibir clases de todas las disciplinas priorizando por pesos
for i in range(len(grupos)):
    for l in range(len(disciplinas)):
        # La restricción se ajusta a que se asignen clases en función del peso de las
disciplinas
        prob += lp.lpSum(pesos_disciplinas[disciplinas[l]] * x[i][j][k][l][m]
for j in range(len(dias))
for k in range(len(clases))
for m in range(len(profesores))) >=
pesos_disciplinas[disciplinas[l]]

```

f) *Adecuación de las tablas con las salidas de horarios propuestas*

En esta parte final del código se elaboran las tablas con las asignaciones de horarios propuestas, si bien se desarrollaron originalmente para su visualización en Google Colab (mediante dataframes), también existe la posibilidad por ejemplo, de que en su lugar se puedan exportar a un archivo .XLSX o a otro con formato separado por comas (.CSV)

```

# Imprimir los horarios generados para cada grupo y día
for i in range(len(grupos)):
    for j in range(len(dias)):
        tabla_horarios = []
        for k in range(len(clases)):
            for l in range(len(disciplinas)):
                for m in range(len(profesores)):
                    if lp.value(x[i][j][k][l][m]) == 1:
                        tabla_horarios.append([clases[k], disciplinas[l], profesores[m]])
        # Crear DataFrame para mostrar los resultados en formato de tabla
        df_horarios = pd.DataFrame(tabla_horarios, columns=["Clase", "Disciplina",
"Profesor"])
        print(f"Horario para el grupo {grupos[i]} el día {dias[j]}:")
        display(df_horarios)
        print("\n" + "-"*50 + "\n")

```



COMENTARIOS FINALES

El presente manual pretende ser una herramienta útil y accesible para quienes deseen implementar soluciones basadas en técnicas de investigación de operaciones en el ámbito educativo. La experiencia adquirida durante el desarrollo del Proyecto Terminal ha permitido consolidar un recurso que, además de cumplir con los objetivos iniciales, abre la puerta a nuevas posibilidades de optimización y mejora en la gestión de horarios escolares.

Se invita a los usuarios a explorar y adaptar las funcionalidades del código para atender las particularidades de sus contextos, promoviendo así la personalización y el enriquecimiento continuo del recurso. Además, se hace énfasis en la importancia de la colaboración abierta, instando a los interesados a compartir mejoras y experiencias a través de la plataforma GitHub, fortaleciendo una comunidad de práctica en torno a este enfoque.

Finalmente, se reconoce que la tecnología y las necesidades educativas evolucionan constantemente; por ello, se recomienda mantenerse actualizado sobre nuevas metodologías y herramientas que puedan complementar y potenciar los resultados aquí obtenidos. Este manual no solo cierra un ciclo, sino que también busca inspirar la continuación de proyectos innovadores que contribuyan al desarrollo educativo.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abseher, M. (2013). *Solving Shift Design Problems with Answer Set Programming*. Master Thesis, Faculty of Informatics, Vienna University of Technology. Recuperado de:
<https://repositum.tuwien.at/bitstream/20.500.12708/10980/2/Abseher%20Michael%20-%202013%20-%20Solving%20shift%20design%20problems%20with%20answer%20set...pdf>.
- Alanoca, E. (2016). *Generación de horarios académicos aplicando algoritmos genéticos. Caso de estudio: Carrera de Derecho*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. Bolivia. Recuperado de:
<https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/10702/T.3239.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Aragón, F. (2013). «Factores de gestión asociados a resultados educativos en escuelas primarias del estado de Sonora. En Navarro, M., y A. Barraza (Coords.), *Dirección, liderazgo, modelos y procesos de gestión: claves hacia la transformación*». En: ReDIE. ISBN 978-607-9063-12-2, págs.. 381-416. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/380081929/LIDERAZGO-DEL-DIRECTOR-pdf>
- Bazaraa, M., Jarvis, J. y Sherali, H. (1999). *Programación Lineal y Flujo en Redes*. Segunda Edición. Limusa. Recuperado de:
<https://herivelto.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/01/linear-programming-and-network-flows-bazaraa.pdf>
- Bustos, B., P. Barceló y R. Paredes (2014). «Generación de horarios académicos en Inacap utilizando algoritmos genéticos». En: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. url: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/131197/Generaci%C3%B3n-de-horarios-acad%C3%A9micos-en-INACAP-utilizandoalgoritmos-gen%C3%A9ticos.pdf?sequence=1>
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2024). «Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, CPEUM». En: Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada 15-11-2024. Recuperado de: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>
- Canseco, A., D. Sánchez, C. Zuñiga y E. Olivares (2017). «Aplicación de programación lineal para la asignación de horarios en una institución educativa mexicana». En: *Revista Ingeniería Industrial* 2: 135-146, 2016: Universidad del Bio, Bio. Recuperado de:
<https://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/2779/3198>
- Carrasco, B. (2007). *Calendarización de horarios a enfermeras*. Tesis de Licenciatura en Actuaria. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de: <http://132.248.9.195/pd2007/0620537/0620537.pdf>
- Gutiérrez, A., Chaparro, A. y Azpillaga, V. (2017). «La organización escolar como variable asociada al logro educativo». En: *Sistema de Información Científica Redalyc*. Recuperado de:
<https://www.redalyc.org/journal/1794/179452787004/html/>



- Instituto de Educación de Aguascalientes (2023). *Horario General de la Escuela Secundaria General No. 31 "Rosario Castellanos" Turno Matutino, Ciclo Escolar 2023-2024*.
- Instituto de Educación de Aguascalientes (2024). *Cuadros resumen de asistencia y puntualidad de la Escuela Secundaria General No. 31 "Rosario Castellanos" Turno Matutino, Ciclo Escolar 2023-2024 (de agosto 2023 a enero 2024)*.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2021). «*Estadísticas a propósito del día del maestro (15 de mayo)*». En: Comunicado de prensa 278/21. Recuperado de:
https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2021/EAP_MAE_STRO21.pdf.
- Kaufmann, A. (1976). *Métodos y modelos de la Investigación de Operaciones*. España. Compañía Editorial Continental. Recuperado de:
<https://archive.org/details/MethodsAndModelsOfOperationsResearch/mode/2up>
- Martinic, S., Vergara, C. y Huepe, D. (2013). «*Uso del tiempo e interacciones en la sala de clases. Un estudio de casos en Chile.*» En: Pro-Posicoes 24(70), págs. 123-135. Recuperado de:
<http://www.scielo.br/pdf/pp/v24n1/v24n1a09.pdf>.
- Murillo, F. y Román, M. (2013). «*La distribución del tiempo de los directores de escuelas de Educación Primaria en América Latina y su incidencia en el desempeño de los estudiantes*». En: Ministerio de Educación 361. DOI: 10.4438/1988-592X-RE-2011-361-138. Recuperado de:
https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/661086/distribucion_murillo_RE_2013.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Naciones Unidas (1948). *Declaración Universal de los Derechos Humanos*. Recuperado de:
<https://www.un.org/en/about-us/universal-declaration-of-human-rights>
- Sánchez, D., Martínez, J. y Olivares, E. (2017). «*Case Study: A Comprehensive Integer Programming Model for Improving an Educational Timetable*». En: International Journal of Combinatorial Optimization Problems and Informatics 8.3. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/2652/265254117009.pdf>
- Sandoval, E. (2001). «*Ser maestro de secundaria en México: Condiciones de trabajo y reformas educativas*». En: Revista Iberoamericana de Educación. Recuperado de:
<https://rieoei.org/historico/documentos/rie25a04.htm>
- Secretaría de Educación Pública (2024). «*Datos del Sistema de Estadísticas Continuas de Educación del Formato 911, DGPPyEE, SEP.*» En: Sistema de Información y Gestión Educativa (SIGED). Recuperado de:
<https://siged.sep.gob.mx/tableros/>
- Taha, H. (1992). *Operations Research: An Introduction. Fifth Edition*. Macmillan Publishing Company. Recuperado de:
<https://dl.icdst.org/pdfs/files3/7e932ab65f9aa3de7122b4cea3587377.pdf>



- Universidad Abierta y a Distancia de México (2024). *Licenciatura en Matemáticas. Investigación de Operaciones. 8° Semestre: Unidad 2. Programación Lineal, Algoritmo Simplex.*
- Wren, A. (1995). «Scheduling, Timetabling and Rostering- A Special Relationship? En Practice and Theory of Automated Timetabling». En: Lecture Notes in Computer Science 1153, págs. 46-75. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/517858313/wren1996>