

(AssistiveU) Herramienta para Estructuración Académica de las Asignaturas de la carrera de Licenciatura en Gastronomía – UNITEC

Luis Barahona, Estudiante Universitario¹, Angie Murillo, Estudiante Universitario²

¹Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Tegucigalpa, Honduras, 11101, fernandobarahona@unitec.edu, angiepmurillo@unitec.edu

Mentor: Mendel Nelson, M.Sc²

²Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas, Tegucigalpa, Honduras, 11101, mendel.nelson@unitec.edu.hn

Abstract– En una institución académica el proceso de asignación de clases es uno de los más importantes y también es uno en donde más se invierte tiempo y recursos. Sin embargo, no se cuenta con un proceso que asegure niveles altos de eficiencia, generando desperdicios de recursos como dinero, y tiempo. La iniciativa AssistiveU nació con la idea de brindar al equipo de trabajo que forma parte del proceso de asignación, una herramienta basada en conocimientos clave de la ingeniería industrial, útiles para el buen desempeño del proceso. Para demostrar todos los beneficios que produciría un software como este, se diseñó un modelo de programación entera lineal mixta enfocado en la Licenciatura en Gastronomía en UNITEC. Teniendo como consideración, la demanda de los estudiantes, la disponibilidad y capacidad de los docentes, costos relativos, disponibilidad y capacidad de aulas y horarios. También se consideró que la herramienta fuera intuitiva, fácil de usar y adaptable a ciertos cambios que podrían presentarse en la licenciatura. La asignación es realizada por Open Solver.

Keywords: *Whole linear programming model, Inter programming assignment.*

I. INTRODUCCIÓN

El problema de asignación de clases en una universidad es bastante complejo ya que busca determinar qué clases se deben asignar a que docente, en cual horario y en determinada aula que satisfaga las necesidades de dichas clases. También se debe tomar en cuenta que cada clase podría tener una o más secciones dependiendo de la cantidad de estudiantes. Se define clase como el cuerpo de conocimientos que un grupo de estudiantes debe tomar. Las secciones de una clase se definen como los grupos mutuamente excluyentes de estudiantes que están matriculados en dicha clase.

La investigación de operaciones es una rama indispensable para la toma de decisiones. Una de las ramas más utilizadas es la asignación, es con esta herramienta que se puede lograr una

distribución óptima en cualquier rubro a un costo mínimo sin sacrificar la calidad del servicio.

La programación lineal entera ayuda a las empresas que deben asignar recursos, ya sean humanos o materiales a cierta actividad o localización. Cuando no hay un sistema o método establecido para realizar dicha asignación se incurre en más gastos, imposibilitando el cumplimiento de las necesidades de los clientes o entidades que exigen un producto o servicio de las empresas. Para mejorar la calidad de un sistema de asignación es necesario utilizar un enfoque realista y flexible, que se adapte a los distintos escenarios que puede ocurrir.

Existen diferentes métodos aplicables a los problemas de asignación, dentro de los cuales cabe destacar Programación Lineal Entera Mixta (PLEM), esta es una herramienta valiosa para la mejora del desempeño de sistemas de asignación ya que los modelos usados se caracterizan por enfocarse no solo en las interacciones que las diferentes entidades presentan entre sí, sino también la variabilidad e incertidumbre de los procesos, tomando en consideración variables enteras y variables continuas (estas últimas características de los modelos de Programación Lineal).

De forma general, los modelos se ajustan de acuerdo con la necesidad de la empresa que los emplean y al rubro de la misma.

Uno de los principales beneficios que se esperan luego de modelar esta herramienta, es que los usuarios encargados de la asignación de las clases (entiéndase por usuario, cualquier docente o parte del equipo administrativo cuyo trabajo es realizar la asignación de clases de la licenciatura en Gastronomía) puedan reducir considerablemente la cantidad de tiempo que dedican al proceso de dicha asignación. Además, las asignaciones obtenidas por medio de esta herramienta podrán generar una mayor satisfacción para el departamento y para los profesores.

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.306>

ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

17th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Global Partnerships for Development and Engineering Education”, 19-21 July 2017, Boca Raton FL, United States.

A. Generalidades de la Carrera

La carrera de Licenciatura en Gastronomía tuvo sus inicios en UNITEC en el año 2016, tomando como base el modelo de plan de estudio de la universidad de México, avalada por el Kendall College de Chicago y aprobada por la Dirección de Educación Superior (DES).

B. Antecedentes y Descripción de la Carrera

La carrera cuenta con 60 clases, con un total de 199 unidades valorativas, dentro de las clases se incluyen 2 prácticas culinarias para afianzar los conocimientos de las 4 orientaciones que ofrece el plan estudio, el cual se espera que se culmine idealmente en 4 años. Cabe recalcar que las cifras que utilizamos para realizar los cálculos son, tanto la demanda como los costos e ingresos, supuestos.

Actualmente la universidad cuenta con dos cocinas altamente especializadas, un aula demo y un restaurante que está en vísperas de inaugurarse. Las clases prácticas se imparten en las cocinas mientras que las clases teóricas se imparten en la cocina demo o en un aula común (entiéndase por aula común, un aula del campus de UNITEC con características generales) mientras el restaurante funciona para poder hacer las prácticas de los estudiantes. Otro factor importante por tomar en cuenta en el proyecto son los horarios de las asignaturas, la diferencia significativa entre el horario de las clases radica en su tipo, hay clases prácticas las cuales tienen una duración de 5 horas mientras que las clases teóricas duran una hora y veinte minutos. Cada cocina cuenta con capacidad para 22 estudiantes.

En cuanto a las clases, una de las desventajas con las que cuenta dicha carrera es que no tienen el proceso de prematricula (entiéndase por prematricula, proceso al cual se someten los estudiantes para poder estimar la demanda de determinada clase del próximo periodo académico), lo cual dificulta la asignación de las clases y el control de los cupos para cada una, sin embargo, se debe tomar en cuenta la incertidumbre en los resultados de una prematricula, dicho proceso no asegura un pronóstico exacto de la demanda de clases de determinado periodo.

II. HERRAMIENTAS

El problema de asignación de clases ha sido estudiado por varios autores, cada uno de ellos desde diferentes perspectivas y consideraciones. Por ejemplo, Shi y Sullivan [1] aplicaron modelos de programación binaria para asignar profesores a cursos y horarios, sin embargo, no consideraban las aulas. Dimipulo y Miliotis [2] utilizaron programación entera para asignación de cursos, pero fallaron al no considerar la asignación de profesores. C. Roger Glassey [3] por otro lado, desarrolló un modelo de programación binaria para asignar 4000 clases a 250 aulas, el cual resolvieron por medio de técnicas heurísticas.

En la mayoría de los trabajos que se encuentra en la literatura respecto a este problema, cabe destacar que, para

instancias grandes del problema, por lo general se utilizan técnicas heurísticas para su resolución.

C. Glosario

1) Programación Lineal: Corresponde a un algoritmo a través del cual se resuelven situaciones reales en las que se pretende identificar y resolver dificultades para aumentar la productividad respecto a los recursos (principalmente los limitados y costosos), aumentando así los beneficios. Los resultados y el proceso de optimización se convierten en un respaldo cuantitativo de las decisiones frente a las situaciones planteadas. Bryan López [4]

2) Optimización: En optimización se deben tener en cuenta ciertos aspectos indispensables para lograrla, dentro de los cuales se puede hablar de:

i) Variables: Son consideradas como las posibles soluciones óptimas al problema que se enfrentan.

ii) Restricciones: Son las limitantes que se tiene para poder resolver el problema.

iii) Función Objetivo: Medida de desempeño presente en el modelo de programación lineal, que se planea maximizar o minimizar. Eppen [5]

“La única manera de asegurar que un proceso se realizó de manera óptima es utilizando un modelo matemático que así lo indique o enlistando y probando todas las posibles soluciones hasta encontrar la mejor manera” Mendel Nelson [6]

3) Solución Óptima: Aquella solución que cumple con las condiciones planteadas por el modelo. Si existe solución factible, existe solución básica factible. Rodríguez [7]

4) OpenSolver, Microsoft Excel: Es un complemento de Excel VBA que amplía el Solver incorporado de Excel con solucionadores más potentes. Es desarrollado y mantenido por Andrew Mason y estudiantes en el departamento de Ciencias de la Ingeniería, Universidad de Auckland, Nueva Zelanda. Los últimos desarrollos son cortesía de Jack Dunn en MIT. Desconocido, s.f. [8]

“OpenSolver - Un complemento de código abierto para resolver programas lineales e integrales en Excel” Mason [9]

III. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

A. Enunciado del problema

La asignación actualmente se realiza bajo un enfoque manual, donde las cargas académicas se contemplan de manera aislada una de la otra. Esto da lugar a que se cree un uso de recursos humanos y de tiempo, el cual se ve reflejado en los costos de dicho proceso. Bajo este esquema, no se logra obtener

una respuesta óptima, ya que no se toman en cuenta todas las combinaciones posibles, ni se realiza mediante un modelo matemático. Además, el factor que se considera de manera aislada, son las aulas, ya que primero se realiza la respectiva asignación de clases a docentes y horarios para luego en un proceso diferente, asignar cada clase a un aula.

Cabe recalcar que se han realizado diversas investigaciones sobre este tema, por ejemplo, Javier Fiallos y Jorge García [10] diseñaron un modelo de asignación de clases usando PLEM; dicha investigación ya consideraba la posible existencia de varias secciones de una misma clase. Como otro ejemplo, están Luis Castillo y Edwin Criollo [11], quienes diseñaron un software que genera horarios para asignar clases en la universidad católica de Ecuador. Sin embargo, al leer dichos trabajos, es notable la falta de consideración de algunos factores de suma importancia para cualquier asignación idónea. Es bastante común que estos tipos de investigaciones se limiten a solo considerar los docentes, las clases, los horarios y las aulas para realizar la asignación. Una asignación de clases en cualquier institución considera otros factores como la cantidad de peticiones de estudiantes, la capacidad y disponibilidad de los docentes, la capacidad y disponibilidad de las aulas y los costos e ingresos inherentes a la asignación.

Para la realización de un modelo que se asemeje lo máximo posible a la realidad, es necesario considerar todos los factores inherentes al proceso. De acuerdo con lo mencionado anteriormente, se identifica la inexistencia de una estructuración académica de las asignaturas, lo que incurre en una incorrecta asignación de clases cada periodo académico.

Por lo que se desarrolló una herramienta basada en un modelo matemático que los usuarios utilizaran para encontrar la manera óptima de asignar determinada clase en un determinado horario con un determinado docente tomando en cuenta la maximización de los ingresos y otros factores inherentes.

V. METODOLOGÍA

La investigación se dividió en tres partes, siendo la etapa de recolección y análisis de datos la primera, la cual consiste en obtener y recolectar los datos relevantes. La formulación y solución del modelo matemático sería la segunda etapa que completar, la que consistió en tomar el problema de asignación y plantearlo en términos matemáticos, utilizando el método de programación lineal entera binaria. Como tercera etapa se encuentra la creación de la herramienta, tomando como base el modelo matemático de la etapa previa.

Para lograr la correcta asignación se utilizará el método de PLEM. Dicho método se conoce por realizar la asignación de

manera binaria, sin embargo, para efectos de esta investigación, dichos valores binarios se verán afectados por otros valores enteros. Estos con el fin de tomar en cuenta todos los factores inherentes a la asignación. Es a través de dicho método que se propone un sistema lo suficientemente flexible para obtener una solución óptima independientemente de la situación propuesta.

A. *Recolección y análisis de datos*

Para la recolección de datos se realizaron una serie de reuniones con el jefe de Carrera de la licenciatura en Gastronomía para saber de qué manera se estaba realizando la respectiva asignación de clases, también nos facilitó información documentada conservada inherente a periodos pasados, como ser listas de clases, docentes, entre otros datos referentes a la carrera. Posteriormente se entrevistó a docentes de carrera con el fin de saber más sobre las clases que impartían y sobre las aulas que utilizaban. También se entrevistó a la encargada de realizar la asignación de clases a aulas para determinar de qué manera realiza dicho procedimiento. La información relacionada con los supuestos fue recolectada mediante entrevistas a estudiantes.

Para la elaboración de esta investigación se tomó como base una investigación previa usando los mismos conceptos y en la Licenciatura en Gastronomía, pero con objetivos y alcances diferentes; Angie Murillo y Luis Barahona [12] realizaron dicha investigación la cual sirvió para obtener la siguiente información.

1. La capacidad de las instalaciones no permite abrir todas las clases de la carrera en un mismo periodo académico. El número máximo de clases que se pueden abrir en el mismo periodo sin exceder la capacidad es de 16 clases.
2. En cuanto a los docentes, se obtuvo que 16 docentes son suficientes para impartir las 16 clases que se pueden abrir en un mismo periodo.

El sistema de asignación de clases que se propone en este trabajo tiene una alta complejidad debido a que se interrelacionan diversos requerimientos, los cuales se mencionan a continuación:

Requerimiento de las asignaturas con necesidades específicas; se debe respetar los requerimientos de las asignaturas, es decir, asignar las clases que tienen necesidades especiales a aulas que cumplan dichas necesidades.

Requerimientos de los horarios de las asignaturas; cada asignatura practica debe durar cinco horas, se deben impartir tres veces a la semana, tienen una duración de cinco semanas por periodo y las jornadas establecidas para este tipo de clase

son mañana y tarde. Por otra parte, las teóricas tienen una duración de una hora y veinte minutos, estas pueden ser impartidas en los horarios establecidos por UNITEC, es decir en cualquiera de los siete horarios presentes en el día, estas clases se imparten de lunes a jueves y tienen una duración de diez semanas.

Requerimientos de las aulas de las asignaturas; llamamos aulas a las dos cocinas, la cocina demo, el restaurante, las clases prácticas tienen que impartirse en las cocinas, por otro lado, las clases teóricas pueden impartirse en la cocina demo y algunas de ellas en aulas comunes.

Requerimientos de los docentes; actualmente hay dos tipos de docentes, por hora y de planta, los docentes de planta pueden impartir clases un total de cinco horas diarias mientras que los docentes por hora pueden impartir clases ocho horas diarias. Así mismo se toma en cuenta la disponibilidad de estos, en cuanto a horarios y habilidades para impartir ciertas clases. Dicha información se obtiene a través de una encuesta que se envía a cada docente. Cabe mencionar que, por políticas de la carrera y la institución, solo puede haber un máximo de tres docentes de planta.

Requerimientos de la demanda total, es decir, se toma en cuenta la cantidad de solicitudes por cada clase, mediante una encuesta que se envía a todos los estudiantes.

B. Modelo Matemático

Para el planteamiento de este problema se utilizó un modelo de programación lineal entera binaria donde cada variable representa la situación de que un docente sea asignado a una asignatura en un horario y en un aula determinada tomando en cuenta los requerimientos de los estudiantes. La función objetivo se evalúa enfocándose en la maximización de la utilidad generada en el periodo tomando en cuenta los costos generados por abrir las clases y los ingresos generados por satisfacer determinada demanda de los estudiantes.

A continuación, se presenta la nomenclatura en función del modelo matemático propuesto. Se analizó el problema en torno a dos eventos clave, primero, maximizando utilidades solo considerando la demanda, en teoría satisfecha y el segundo, maximizando utilidades considerando toda la demanda presente de las clases.

Cabe mencionar que, para fines de la herramienta, solo un evento se corre en OpenSolver (evento 1), el resultado del otro cambia de manera instantánea porque ambos tienen la misma matriz de variables. De este modo se obtienen ambos resultados y el usuario podrá analizarlos detenidamente.

B.1 Nomenclatura

i = docentes

j = clases

k = H.A.D.H.S (entiéndase por H.A.D.H.S, horario en el cual se considera los días a la semana, el horario del día, semanas del periodo y el aula)

B.1.2 Definición de las variables del proceso

- 1) X_{ijk} = 1 si el docente i , es asignado a la asignatura j , en el horario k , y en el aula l . 0 si no.

B.1.3 Definición de los datos

- 1) A_{jk} = Duración de la asignatura j en el H.A.D.H.S k en el aula l .
- 2) B_{jk} = Demanda a satisfacer de la asignatura j en el H.A.D.H.S k . (Dato correspondiente a el evento 1).
- 3) L_{ijk} = Demanda total de la asignatura j en el H.A.D.H.S k . (Dato correspondiente a el evento 2).
- 4) S_{ijk} = Ingreso de la clase j en el H.A.D.H.S k con el docente i
- 5) W_j = Costos de materiales por estudiante de la clase j .
- 6) C_{ijk} = Costo por pago a cada docente por hora por impartir la asignatura j en el H.A.D.H.S k con el docente i .
- 7) V_i = Sueldo base de cada docente de planta.
- 8) E_{ij} = Valor binario que indica si el i está disponible en determinado H.A.D.H.S. k .
- 9) D_{ik} = Valor binario que indica si determinado docente i tiene la capacidad de impartir determinada clase j .
- 10) F_j = Cantidad de secciones por clase que se pueden abrir.
- 11) G_{jk} = Valor binario que indica si la clase j puede impartirse en los H.A.D.H.S con aulas que cumplen los requisitos.
- 12) H_i = Cantidad máxima de horas impartidas por cada docente de planta en la semana 1 a la 5.
- 13) O_i = Cantidad máxima de horas impartidas por cada docente de planta en la semana 6 a la 10.
- 14) P_i = Cantidad máxima de horas impartidas por cada docente por hora en la semana 1 a la 5.
- 15) Q_i = Cantidad máxima de horas impartidas por cada docente por en la semana 6 a la 10.
- 16) T_{jk} = Cantidad máxima de secciones de una misma clase en un mismo H.A.D.H.S (en diferente aula).
- 17) Z = Utilidad generada.

B.2 Función Objetivo

La ecuación que será optimizada tomando en cuenta las restricciones que se explicaran próximamente, representa el total de ingresos obtenidos menos el total de costos calculados. Dichas cantidades se tomaron en cuenta porque, en definitiva, son afectadas por la asignación realizada, y conocerlas permitirá al usuario sacar conclusiones, hacer cambios y tomar decisiones al respecto.

1. Maximizar la utilidad tomando en cuenta las solicitudes atendidas.

$$\text{Max } Z: \sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^{39} \sum_{k=1}^{39} X_{ijk} S_{ijk} B_{ijk} - \sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^{39} \sum_{k=1}^{39} X_{ijk} C_{ijk} - 3 \sum_{i=1}^3 V_i - 3 \sum_{j=1}^{39} X_{ijk} B_{ijk} W_j$$

2. Maximizar la utilidad tomando en cuenta todas las solicitudes.

$$\text{Max } Z: \sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^{39} \sum_{k=1}^{39} X_{ijk} S_{ijk} L_{ijk} - \sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^{39} \sum_{k=1}^{39} X_{ijk} C_{ijk} - 3 \sum_{i=1}^3 V_i - 3 \sum_{j=1}^{39} X_{ijk} L_{ijk} W_j$$

B.3 Restricciones

El conjunto de inecuaciones lineales a continuación presentadas, son los factores que hacen que el modelo cumpla con las especificaciones de la carrera, formando así un modelo semejante en gran medida a la realidad.

1. Cada H.A.D.H.S puede tener a lo más un docente y una asignatura.

$$\sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^{39} X_{ijk} \leq 1$$

$$\forall k = (1,2, \dots, 39)$$

2. Para cada docente se debe cumplir que éste no imparte más de una asignatura en un mismo H.A.D.H.S.

$$\sum_{j=1}^{39} \sum_{k=1}^{39} X_{ijk} \leq 1$$

$$\forall i = (1,2, \dots, 16)$$

3. La cantidad de secciones por clase debe ser menor o igual a la cantidad establecida por el usuario.

$$\sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^{39} X_{ijk} \leq F_j$$

$$\forall k = (1,2, \dots, 39)$$

4. Determinado docente solo puede dar las clases que el usuario especificó que estaba capacitado para dar y en los H.A.D.H.S. en los que está disponible.

$$\sum_{j=1}^{39} \sum_{k=1}^{39} X_{ijk} D_{ijk} E_{ijk} \leq 1$$

$$\forall i = (1,2, \dots, 16)$$

5. Determinada clase solo puede darse en determinado H.A.D.H.S. con aulas en las cuales el usuario especificó que cumplía los requerimientos para la clase.

$$\sum_{i=1}^{16} \sum_{k=1}^{39} X_{ijk} G_{ij} \leq 1$$

$$\forall j = (1,2, \dots, 39)$$

6. Cada docente de planta puede impartir clases con un máximo de horas especificadas por el usuario cada día durante las semanas 1 a la 5.

$$\sum_{j=1}^{39} \sum_{k=1}^{39} X_{ijk} A_{ijk} \leq H_i$$

$$\forall i = (1,2,3)$$

7. Cada docente de planta puede impartir clases con un máximo de horas especificadas por el usuario cada día durante las semanas 6 a la 10.

$$\sum_{j=1}^{39} \sum_{k=1}^{39} X_{ijk} A_{ijk} \leq O_i$$

$$\forall i = (1,2,3)$$

8. Cada docente por hora puede impartir clases con un máximo de horas especificadas por el usuario cada día durante las semanas 1 a la 5.

$$\sum_{j=1}^{39} \sum_{k=1}^{39} X_{ijk} A_{ijk} \leq P_i$$

$$\forall i = (4,5, \dots, 16)$$

9. Cada docente por hora puede impartir clases con un máximo de horas especificadas por el usuario cada día durante las semanas 6 a la 10.

$$\sum_{j=1}^{39} \sum_{k=1}^{39} X_{ijk} A_{ijk} \leq Q_i$$

$$\forall i = (4,5, \dots, 12)$$

10. La cantidad máxima de secciones de la misma clase en el mismo horario debe ser menor o igual a la cantidad especificada por el usuario.

$$\sum_{j=1}^{39} \sum_{k=1}^{39} X_{ijk} \leq T_{jk}$$

$$\forall i = (1,2, \dots, 16)$$

11. La cantidad máxima de horas en la mañana al día que determinado docente puede dar clase debe ser menos o igual a 5.

$$\sum_{j=1}^{39} \sum_{k=1}^{39} X_{ijk} A_{ijk} \leq 5$$

$$\forall i = (1, 2, \dots, 12)$$

[Restricción se aplica solo en los siguientes H. A. D. H. S:

1,3,5,7,9,11,13,15,17, ... 20,24, ... 27,31,33,35,37]

12. La cantidad máxima de horas en la tarde al día que determinado docente puede dar clase debe ser menos o igual a 5.

$$\sum_{j=1}^{39} \sum_{k=1}^{39} X_{ijk} A_{ijk} \leq 5$$

$$\forall i = (1, 2, \dots, 16)$$

[Restricción se aplica solo en los siguientes H. A. D. H. S:

2,4,6,8,10,12,14,16,21,22,23,28,29,30,32,34,36,38,39]

13. Valores permitidos para las variables.

$$X_{ijkl} \in (0,1)$$

$$\forall i = 1, 2, \dots, 16, \forall j = 1, 2, \dots, 39, \forall k = 1, 2, \dots, 39,$$

C. Creación de la herramienta

Con base en el modelo matemático, se dio un paso más, la creación de una herramienta flexible, intuitiva y adaptable a algunos escenarios. Se pensó para que fuera utilizada por el jefe de Carrera, quien actualmente, es uno de los encargados de realizar la asignación de clases cada periodo académico.

Para el buen funcionamiento de la herramienta se agregaron espacios vacíos para datos de entrada, los cuales el usuario llenara con información clasificada. Los mismos son:

1. La capacidad y disponibilidad de los docentes
2. Capacidad y disponibilidad de las aulas
3. Los datos de la prematricula
4. Los salarios de los docentes
5. El costo de las clases
6. Costos de materiales
7. La cantidad máxima de horas
8. Cantidad de secciones que se necesitan abrir
9. Cantidad de secciones a la misma hora que se pueden abrir
10. La cantidad máxima de horas que pueden trabajar los docentes

Finalmente, un indicador muy importante a la hora de definir la programación de asignaturas y la asignación de aulas de clase es el tiempo que demora dicho proceso. Las mejoras en este sentido son sustanciales, pasando desde la realización de

una serie de reuniones para el procedimiento actual a 22 minutos con la herramienta propuesta. Esta mejora permite no solo obtener una solución óptima en un corto tiempo, sino que es posible explorar múltiples escenarios, obtener soluciones alternativas y poder reaccionar ante eventos inesperados, como lo son la incorporación de asignaturas nuevas sobre la marcha.

D) Proceso a seguir por el usuario

Lo primero que el usuario ve al momento de iniciar la herramienta, es una hoja con espacios para escribir información referente a la asignación a realizar, información como el nombre del usuario, correo, fechas, entre otros. En la siguiente hoja aparecen los primeros datos abiertos que el usuario debe especificar, estos son la prematricula realizada, luego escribe la cantidad de secciones que debe haber por clase. Luego escribe la cantidad de secciones de cada clase que puede haber en cada horario permitiendo, si es necesario, que dos o más clases puedan abrirse en el mismo horario en aulas diferentes.

El siguiente campo de datos que el usuario debe llenar es: la matriz de disponibilidad de los docentes, matriz de capacidad de los docentes, matriz de cantidad de horas que puede trabajar determinado docente y la matriz de especialidad de las aulas. Por último, el usuario también debe llenar (y actualizar solo si es necesario) los campos de costos que actualmente han sido llenados con información supuesta (deben ser costos e ingresos trimestrales). Luego de llenar todos los datos de entrada, el usuario deberá correr el programa en OpenSolver, los resultados de la asignación estarán listos en 22 minutos aproximadamente. Los mismos se mostrarán en la hoja de información donde se presenta un resumen fácil de entender de la asignación realizada (ejemplo, ver figura 1) junto con algunos indicadores financieros (ejemplo, ver figura 1.1) e indicadores de desempeño (ejemplo, ver figura 1.2).

NO. Horario	1-Cocina 1	2-Cocina 1	3-Cocina 1	...
Clase	TECNICAS CULINARIAS I	TECNICAS CULINARIAS II	TECNICAS CULINARIAS II	
Días a la semana	L-M-M	L-M-M	J-V-S	
Horario del día	MAÑANA	TARDE	MAÑANA	
Semanas	SEM 1-5	SEM 1-5	SEM 1-5	
Docente	Docente 1	Docente 2	Docente 3	
Cantidad de Alumnos según peticiones (aproximado)	22	22	22	

Figura 1

Resultados Financieros del Periodo (según demanda satisfecha)					
Total Costos por Docencia	L	60,000.00	Total ingresos por matriculados	L	332,280.00
Total Costos Operacionales	L	4,000.00	Otros ingresos	L	-
Otros Costos	L	-			
Total Costos	L	4,000.00	Total costos	L	332,280.00
Utilidad	L	328,280.00			

Figura 1.1

Indicadores de desempeño					
Productividad de los docentes de planta			Porcentaje de Solicitudes atendidas		
Doc. Planta 1	100%	EXCELENCIA	Total Solicitudes	162	
Doc. Planta 2	100%	EXCELENCIA	Soli. atendidas	158	
Doc. Planta 3	89%	BUENO	% Soli. atendidas	98%	

Figura 1.2

IX. CONCLUSIONES

1. Se logró Diseñar un modelo matemático del estudio para definir el patrón de la asignación óptima según las especificaciones relacionadas al problema.
2. Se logró modelar una herramienta funcional a largo plazo que ayude a determinar el patrón idóneo de asignación de clases de la carrera de Licenciatura en Gastronomía en UNITEC y que genere información útil para la toma de decisiones tomando en cuenta todos los factores inherentes a la asignación mediante un enfoque que maximice los ingresos totales.
3. Mediante la recolección y análisis de datos se logró: identificar los factores a tomar en cuenta en la resolución del modelo y diseñar la herramienta según especificaciones hechas por los docentes y jefe de carrera.

X. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar la planificación y asignación de las clases mediante el uso de esta herramienta, para optimizar el uso de las instalaciones, recurso humano y tiempo considerando la satisfacción de los estudiantes.

2. Se recomienda utilizar datos de costos e ingresos reales para un correcto uso de la herramienta.
3. Se recomienda realizar el proceso de asignación como se explica en la figura 2.

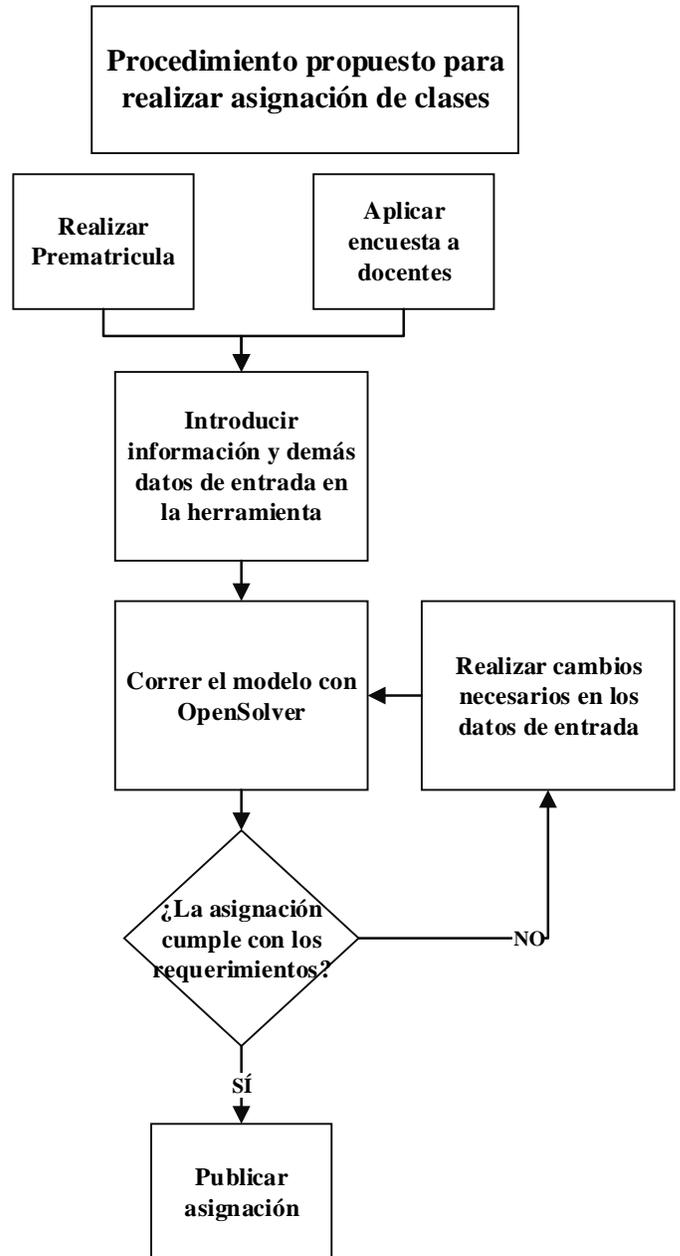


Figura 2

EVOLUCIÓN DEL TRABAJO ACTUAL

Se espera que esta investigación sirva de punto de partida para la realización de un proyecto más amplio. Se aconseja desarrollar el proyecto en una muestra más grande y con el uso de conocimientos en sistemas computacionales para poder diseñar e implementar las diferentes interfaces del usuario, el procedimiento de asignación utilizando y la adaptabilidad a cualquier institución académica utilizando cplex o basic o cualquier otro lenguaje de programación que cumpla con las características necesarias para desarrollar un proyecto como este.

XI. REFERENCIAS

- [1]. Shih W., J. Sullivan, 1977, Dynamic course scheduling for college faculty via zero-one programming, *Decision Sciences*, 8 (4), 711-721
- [2]. Dimipoulo, M., P. Miliotis, 2001, Implementation of university course and examination timetabling system, *European Journal of Operational Research*, 130 (1), 202-213.
- [3]. C. Roger Glassey, M. M. (1986). *A Decision Support System for Assigning Classes to Rooms*. California, Berkeley.
- [4]. López, B. S. (2016). *Ingeniería Industrial Online*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/investigaci%C3%B3n-de-operaciones/programaci%C3%B3n-lineal/>
- [5]. Eppen, G. D. (2000). *Investigación de Operaciones en las Ciencias Administrativas*. Mexico: Pretince Hall.
- [6]. Ingeniero Nelsón Mendel, I. M. (2017). *Optimización*. (L. Barahona, Entrevistador)
- [7]. Rodríguez, S. C. (2010). *Aplicacion de la programación lineal en la Agronomía*.
- [8]. Desconocido. (s.f.). *Open Solver para Excel*. Obtenido de <https://opensolver.org/>
- [9]. Mason, A. J. (2012). *Open Solver*. Alemania: Springer, Berlin, Heidelberg.
- [10]. Javier Fiallos, Jorge García (2008). *Diseño de un sistema de asignación automática de horario de clases: Caso UNITEC*. Tegucigalpa, Honduras.
- [11]. Luis Castillo, Edwin Criollo (2014). *Diseño e implementación de un sistema que genera horarios de clases*. Santo Domingo, Ecuador.
- [12]. Angie Murillo, Luis Barahona (2017) *Programación académica de las clases de la licenciatura en Gastronomía Tegucigalpa, Honduras*.
- [13]. Manuscript Templates for Conference Proceedings, IEEE. http://www.ieee.org/conferences_events/conferences/publishing/templates.html
- [14]. M. King, B. Zhu, and S. Tang, "Optimal path planning," *Mobile Robots*, vol. 8, no. 2, pp. 520-531, March 2001.