

Sistema de optimización para la asignación de horarios escolares.

Trabajo Terminal No. 2021-A078

Alumnos: González Núñez Daniel Adrián, Jiménez Vargas Carlos Alexis, Ortega Ramírez Ángel David

*Directores: Saucedo Delgado Rafael Norman
López Rojas Ariel
e-mail: danielgonznun@gmail.com*

Resumen.- En este proyecto presentaremos una solución a un caso específico del problema de asignación de horarios, a través de un modelo de una red de flujo, tomando en cuenta un conjunto de variables y limitantes predefinidas. Llevaremos a cabo su implementación en un sistema de micro-servicios la cuál será apoyada por un servicio de almacenamiento y consumida por una interfaz gráfica web.

Palabras clave - Asignación de horarios, Micro servicio, Optimización, Red de flujo.

1. Introducción

El proceso de asignación de horarios (timetabling problem) [1] en las instituciones educativas consiste en la repartición de recursos físicos (salones escolares) y abstractos (disponibilidad de los docentes y alumnos) a lo largo de un periodo de tiempo establecido. El objetivo principal al solucionar este problema es el de encontrar una asignación de los recursos al mismo tiempo que se cumplan con todas las restricciones establecidas al inicio. Estas restricciones se pueden dividir en dos tipos: Restricciones duras (obligatorias) y blandas (no obligatorias). A cada una de las restricciones no obligatorias se les asigna un nivel de prioridad, buscando maximizar la suma de los valores de prioridad de las restricciones satisfechas dentro de todas las asignaciones posibles.

Dentro del problema de asignación de horarios en instituciones educativas se encuentran aún más subproblemas dependiendo del conjunto de restricciones que se desean satisfacer [2], uno de ellos siendo la asignación de clases a profesores. Este problema se basa en distribuir un horario, con clases previamente definidas, a todo el plantel docente mientras se busca cumplir con sus restricciones de disponibilidad y tomando en cuenta sus preferencias al dar clase.

Una de las variables que agregan complejidad al problema, son las horas de inicio de cada clase, pues estas tienen que ser compatibles con el horario laboral del profesor sin traslaparse con otras clases dentro del mismo grupo. Además, el tener horas de inicio de clase dispersas a lo largo del día puede traer complicaciones a los alumnos al momento de crear su horario. Una solución a esto es definir un formato con ventanas de tiempo preestablecidas. Poniendo un ejemplo, sin pérdida de generalidad, si una clase A inicia los lunes a las 9 de la mañana mientras que los jueves y viernes a las 10, y una clase B también inicia a las 9 de la mañana los lunes, sus otros dos horarios obligatoriamente tienen que ser a las mismas horas que la clase A. En lo consecuente, a este tipo de horarios los llamaremos "horarios por bloques". Como referencia inmediata, tenemos que en la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional se presenta este formato de bloques en los horarios de clase.

Así como hay diferentes subproblemas para la asignación de horarios, existen diversas propuestas de solución con múltiples enfoques [3] [4]. La solución que nosotros estamos interesados en explorar, es la que llega a una generación de horarios mediante un modelado de flujo. Anteriormente, este tipo de solución ha sido estudiada para resolver diferentes variaciones del problema bajo distintos contextos, condiciones y restricciones entre sí [5] [6] [7].

Una de estas variaciones, es la propuesta por Erickson [8], en la que se trata con salones, clases, encargados (profesores), y disponibilidad de tiempo, para la que, además, presenta una solución a través de la búsqueda del flujo máximo. De hecho, estas restricciones son muy cercanas a las que queremos considerar. Algunos aspectos se podrían incluso simplificar, pues en el problema se considera un número de alumnos por clase, una capacidad en el salón, y en el proceso, debe realizarse una relación entre alumnos y salones. Si consideramos que todos los salones y clases tienen tamaños fijos, y siempre hay compatibilidad entre dichos tamaños, se puede prescindir de una de estas dos variables o simplificar en una sola.

Al entender este problema, caer en la idea de que se podría implementar fácilmente una automatización sería erróneo pues estaríamos subestimando el problema en sí. Acorde a una investigación [9] que realizó Barry McCollum, las instituciones deben satisfacer un rango de restricciones para generar un horario de toda la institución pero cada institución tiene diferentes aspectos que cumplir lo que prácticamente significa que cada institución es un modelo diferente que debe ser planteado, por lo tanto hacer una solución generalizada que funcione sin importar el rango de restricciones es un problema complejo y extremadamente difícil. [10]

En nuestro caso en particular, se hará un modelado específicamente para agrupaciones de clase en bloques. Lo anterior no significa que se convierte en algo trivial de solucionar puesto que sigue persistiendo la problemática principal, que dadas las variables y limitantes del problema este pueda ser solucionado con una complejidad polinomial. Entonces esto nos lleva a preguntarnos ¿Cómo podemos llevar a cabo esta tarea de forma óptima y al mismo tiempo, cumpliendo con las restricciones definidas del modelo que se busca proponer?[4]

Sin embargo, hasta este punto únicamente se han contemplado elementos que nos podrían ayudar a resolver el problema de manera teórica pero otro de los puntos a tomar en cuenta es el poder llevar este conocimiento a una aplicación práctica. Por lo tanto, se propone llevar a cabo la implementación del algoritmo y que además pueda ser consumido a través de un servidor que reciba peticiones en un formato en el que se pueda comunicar una instancia de las restricciones, y que de igual forma, pueda regresar una respuesta en otro formato que comunique una asignación de horarios válida. La estructura previamente escrita obedece las características que van de acuerdo al desarrollo de una API.

Una ventaja de hacerlo de esta manera es que su ejecución pueda ser llamada por diferentes clientes, pues el servidor únicamente se encargará de resolver las peticiones mediante el algoritmo. Para ampliar aún más nuestro caso práctico se desarrollará una interfaz gráfica que sirva como cliente para el servidor. Dado que el volumen de los datos que mandará este cliente podría ser considerablemente grande, el poder almacenar los datos previamente ingresados podría agilizar el uso de la interfaz en el futuro. Si el apartado de almacenamiento lo hacemos independiente a la interfaz gráfica y al servidor encargado de ejecutar el algoritmo pero que pueda comunicarse con la API del servidor, podemos ver que estamos llegando a una arquitectura de micro-servicios pues cada elemento estará cumpliendo con su función específica y se comunicarán de acuerdo a parámetros especificados por cada una de las otras partes.

1.1. Sistemas similares

Hemos realizado una búsqueda de sistemas similares que se han desarrollado, entre ellas se encuentran:

SOFTWARE	CARACTERÍSTICAS	PRECIO EN EL MERCADO
Tesis de Maestría “ Generación de horarios mediante sistemas basados en conocimiento. ”	Estudio donde se aborda el problema NP-completo de la elaboración de horarios en una escuela de nivel superior. Se toman en cuenta restricciones como la cantidad de grupos por abrir, la asignación de horario a los grupos, la asignación de aulas a los grupos y la propuesta de un profesor para las asignaturas. Este estudio trabaja con un módulo de Programación Lógica de Restricciones y un módulo de Algoritmos Genéticos para la resolución de este problema. (CIC,2007).	No disponible
Artículo científico “ Generación de cargas horarias para estudiantes basadas en un algoritmo micro-genético.”	En este artículo se presenta un método basado en un micro algoritmo genético que considera criterios del estudiante, y del avance del estudiante de acuerdo a la curricula. (UAEM,2020).	No disponible

Cuadro 1: Resumen de productos similares

2. Objetivo

Desarrollar un modelo basado en una red de flujo que brinde una solución al problema de asignación de horarios a los profesores, el cual será implementado como un microservicio para su consumo mediante un sistema encargado de la distribución de los horarios.

3. Justificación

El problema de asignación de horarios ha sido analizado con anterioridad de distintas maneras [11], pero el llegar a una solución depende de las circunstancias específicas del entorno en el que se trate, por lo que es necesario tomar en cuenta las restricciones que existen con respecto a la creación de horarios por bloques que nos permita delimitar el problema y la cantidad de limitantes a considerar para tener un problema específico de la asignación de horarios.

Se analizarán y estudiarán diferentes soluciones por modelado de flujo, así como los distintos algoritmos para la implementación de estas propuestas, y entonces llegar a la construcción de un modelo que tome en cuenta únicamente las condiciones de nuestro problema específico. Posteriormente, se realizará una implementación que sea capaz de encontrar un horario válido apoyándose de la red de flujo ya establecida, y una vez que se obtengan resultados, se pueda llevar a la práctica mediante un servidor que, como parte de un sistema de micro-servicios, ejecute el algoritmo capaz de recibir una instancia de las restricciones como entrada y entregar una asignación que cumpla con las condiciones requeridas mediante una API. La razón de mantener este formato es poder ofrecer la funcionalidad del algoritmo y que si alguna institución educativa donde sus horarios funcionen bajo el formato de bloques desea adoptarlo, pueda ser consumido independientemente del cliente implementado, así como del sistema de almacenamiento utilizado en cada una de estas.

Actualmente, el proceso de asignación de horarios a profesores se hace de manera manual en la gran mayoría de las instituciones educativas. Este proceso puede ser llevado a cabo de dos maneras: El departamento de administración escolar es quien reparte las clases a los profesores o son los mismos profesores quienes escogen qué clases, y en qué grupos impartir. El procedimiento actual llega a consumir mucho tiempo debido a las restricciones y dependencias entre las asignaciones propuestas.

A pesar de las investigaciones y modelados que se han hecho para intentar resolver el problema de timetabling, hay una insuficiencia de casos prácticos que se han desarrollado en aplicaciones del mundo real, citando a Barry McCollum “aún hay mucho trabajo que se debe realizar para la formulación y modelado de este problema” [9]. Es por eso que este trabajo está dirigido en ser una aportación no solo teórica sino también práctica pues es directamente aplicable a escuelas con horarios por bloques, brindando una solución automatizada y utilizando un acercamiento determinista a través de un algoritmo basado en una red de flujo [12].

4. Productos o resultados esperados

Tras la finalización del Trabajo Terminal, contaremos con los siguiente resultados:

1. Modelado de una red de flujo que pueda resolver una variante del problema de la asignación de horarios, adecuando las restricciones presentadas en los horarios por bloque.
2. Implementación de un algoritmo que funcione sobre el modelo de red de flujo propuesto, y de esta forma sea capaz de realizar una asignación de horarios válida.
3. Un sistema de micro-servicios en el que se ejecute el algoritmo, la cual pueda ser consumida por una interfaz gráfica web donde se pueda ingresar una instancia de las condiciones de los profesores, siendo apoyada por un apartado de almacenamiento que ayude a guardar dicha configuración para su reutilización en un futuro.

5. Metodología

Debido a las propiedades de nuestro proyecto y las habilidades de los miembros del equipo hemos decidido usar una metodología híbrida que combina SCRUM [13] y el método científico.

El método científico es un esquema lógico que se usa para buscar respuestas a las preguntas que la misma ciencia plantea y en las ciencias computacionales también se utiliza para hacer modelos, donde un modelo es una estructura que hace que todas las sentencias de una teoría sean verdaderas cuando sus símbolos se interpretan como referencias a objetos [14] y nos permitan hacer predicciones observables en un sistema [15]. Citando a Kaufmann y Smarr; las simulaciones en computadora son vistas como una “tercera forma” del método científico, siendo el razonamiento teórico y la práctica experimental las primeras dos formas [16]. Esta metodología la usaremos para diseñar la primera parte del proyecto que consiste en modelar la red de flujo.

Por otro lado, la metodología SCRUM está basada en un trabajo colaborativo entre los miembros del proyecto, la cual incluye un conjunto de reuniones, herramientas y funciones que ayudan a los miembros del equipo para estructurar y gestionar los avances de su trabajo.



Figura 1: Metodología SCRUM [6]

En SCRUM debe existir un mantenimiento en la lista de los requerimientos del sistema, dicha lista es llamada “product backlog”. Todo este proceso se basa en ciclos iterativos llamados “sprints” los cuales tienen definidos cierta cantidad de tiempo para poder diseñar, codificar y probar un requerimiento, mientras todo esto sucede se deben realizar juntas todos los días para saber qué está haciendo cada miembro del equipo y resolver cualquier problema o duda pendiente. Esto se debe ejecutar hasta que el producto final esté listo. [13]

Como la segunda parte del proyecto requiere de la implementación de un sistema de micro-servicios, necesitaremos estar coordinados siguiendo el cronograma propuesto y saber que está haciendo cada integrante para trabajar de manera óptima, por lo que encaja bien esta metodología.

6. Cronogramas

CRONOGRAMA Nombre del alumno(a): González Núñez Daniel Adrián
Título del TT: "Sistema de optimización para la asignación de horarios escolares."

TT No.:

Actividad	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Investigación sobre el conjunto de restricciones y limitantes presentes en el problema.										
Investigación sobre redes de flujo y sus modelados.										
Investigación de algoritmos para la resolución de redes de flujo.										
Diseño de la página web.										
Diseño de la arquitectura del micro-servicio.										
Modelo final de la solución.										
Evaluación de TT1.										
Implementación del algoritmo sobre el modelo propuesto.										
Adaptación del algoritmo como servicio.										
Implementación del servicio de almacenamiento.										
Implementación de interfaz gráfica web.										
Interconexión de los módulos.										
Pruebas del sistema.										
Evaluación de TT2.										

CRONOGRAMA Nombre del alumno(a): Jimenez Vargas Carlos Alexis
Título del TT: "Sistema de optimización para la asignación de horarios escolares"

TT No.:

Actividad	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Investigación sobre el conjunto de restricciones y limitantes presentes en el problema.										
Investigación sobre redes de flujo y sus modelados.										
Investigación de algoritmos para la resolución de redes de flujo.										
Diseño de la página web.										
Diseño de la arquitectura del micro-servicio.										
Modelo final de la solución.										
Evaluación de TT1.										
Implementación del algoritmo sobre el modelo propuesto.										
Adaptación del algoritmo como servicio.										
Implementación del servicio de almacenamiento.										
Implementación de interfaz gráfica web.										
Interconexión de los módulos.										
Pruebas del sistema.										
Evaluación de TT2.										

CRONOGRAMA Nombre del alumno(a): Ortega Ramírez Ángel David
 Título del TT: "Sistema de optimización para la asignación de horarios escolares"

TT No.:

Actividad	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
Investigación sobre el conjunto de restricciones y limitantes presentes en el problema.										
Investigación sobre redes de flujo y sus modelados.										
Investigación de algoritmos para la resolución de redes de flujo.										
Diseño de la página web.										
Diseño de la arquitectura del micro-servicio.										
Modelo final de la solución.										
Evaluación de TT1.										
Implementación del algoritmo sobre el modelo propuesto.										
Adaptación del algoritmo como servicio.										
Implementación del servicio de almacenamiento.										
Implementación de interfaz gráfica web.										
Interconexión de los módulos.										
Pruebas del sistema.										
Evaluación de TT2.										

Referencias

- [1] H. Andersson. “Timetabling in Theory and Practice A comparative study of Simulated Annealing and Tabu Search”. En: 2015.
- [2] Farida Hanum, M.A. Romliyah y Toni Bakhtiar. “Exam invigilators assignment problem: A goal programming approach”. En: *Applied Mathematical Sciences* 9 (ene. de 2015), págs. 2871-2880.
- [3] Hamed Babaei, Jaber Karimpour y Amin Hadidi. “A survey of approaches for university course timetabling problem”. En: *Computers Industrial Engineering* 86 (2015). Applications of Computational Intelligence and Fuzzy Logic to Manufacturing and Service Systems, págs. 43-59. ISSN: 0360-8352.
- [4] Syakinah Faudzi, Syariza Abdul-Rahman y Rosshairy Abd Rahman. “An Assignment Problem and Its Application in Education Domain: A Review and Potential Path”. En: *Advances in Operations Research* 2018 (mayo de 2018). ISSN: 1687-9147.
- [5] Jon Kleinberg y Éva Tardos. *Algorithm Design*. Addison Wesley, 2006.
- [6] Eddie Cheng, Serge Kruk y Marc Lipman. “Flow Formulations for the Student Scheduling Problem”. En: ago. de 2002, págs. 299-309. ISBN: 978-3-540-40699-0.
- [7] Moritz Willnauer. “Modelling and Solving a Scheduling Problem by Max-Flow”. Tesis de maestría. RISC-Linz Report Series No. 20-12: Research Institute for Symbolic Computation, Johannes Kepler University, mar. de 2020.
- [8] Jeff Erickson. *Algorithms*. Jun. de 2019. ISBN: 978-1-792-64483-2.
- [9] Barry Mccollum. “A Perspective on Bridging the Gap Between Theory and Practice in University Timetabling”. En: vol. 3867. Ago. de 2006, págs. 3-23. ISBN: 978-3-540-77344-3.
- [10] Yanming Yang, Wanchun Gao y Yang Gao. “Mathematical modeling and system design of timetabling problem based on improved GA”. En: *2017 13th International Conference on Natural Computation, Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (ICNC-FSKD)*. 2017, págs. 214-220.
- [11] Keith Murray, Tomáš Müller y Hana Rudová. “Modeling and Solution of a Complex University Course Timetabling Problem”. En: ene. de 1970, págs. 189-209. ISBN: 978-3-540-77344-3.
- [12] Thomas H. Cormen y col. *Introduction to Algorithms, Third Edition*. 3rd. The MIT Press, 2009. ISBN: 0262033844.
- [13] Ken Schwaber. “SCRUM Development Process”. En: *Business Object Design and Implementation*. Ed. por Jeff Sutherland y col. London: Springer London, 1997, págs. 117-134. ISBN: 978-1-4471-0947-1.
- [14] Roman Frigg y Stephan Hartmann. “Models in Science”. En: *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Ed. por Edward N. Zalta. Spring 2020. Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2020.
- [15] Gordana Dodig Crnkovic. “Scientific Methods in Computer Science”. En: (dic. de 2002).
- [16] Hanne Andersen y Brian Hepburn. “Scientific Method”. En: *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Ed. por Edward N. Zalta. Winter 2020. Metaphysics Research Lab, Stanford University, 2020.

7. Alumnos y Directores

González Nuñez Daniel Adrián.- Alumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional (ESCOM-IPN), Boleta: 2014090283, Tel. 5510492184, email: danielgonznun@gmail.com

Jiménez Vargas Carlos Alexis.- Alumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional (ESCOM-IPN), Boleta: 2014120722, Tel. 5546743775, email: alexisjimenezvargas@outlook.com

Ortega Ramírez Ángel David.- Alumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional (ESCOM-IPN), Boleta: 2014090514, Tel. 5585629082, email: angeldavidor@outlook.com

Saucedo Delgado Rafael Norman.- M. en C. Saucedo Delgado Rafael Norman.- Ing. en Sistemas Computacionales, Egresado del Instituto Politécnico Nacional, M. en C. en Ciencias de la Computación, por el IIMAS-UNAM. Profesor de la ESCOM en el Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación. Áreas de Interés: Gráficos por Computadora y Realidad Virtual, Teléfono: 57296000 Ext. 52022., email. rsaucedo@ipn.mx

López Rojas Ariel.- M. en C. López Rojas Ariel.- Ing. en Comunicaciones y Electrónica, Egresado de ESIME - Zacaten-co, M. en C. en Ciencias con especialidad de Administración de Negocios, por la ESCA. Profesor de la ESCOM. email. arilopez@ipn.mx

Petición de firma para protocolo de TT

📎 2 📧



Rafael Norman Saucedo Delgado <rsaucedo@ipn.mx>

Para: Usted

🌞 ⏪ ⏩ ⏴ ⏵ ...
Lun 07/06/2021 09:46 AM



protocolo_final_firmado.pdf
196 KB



listo,

apruebo esta versión del protocolo.



7. Alumnos y Directores

González Nuñez Daniel Adrián.- Alumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional (ESCOM-IPN), Boleta: 2014090283, Tel. 5510492184, email: danielgonznun@gmail.com

Jiménez Vargas Carlos Alexis.- Alumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional (ESCOM-IPN), Boleta: 2014120722, Tel. 5546743775, email: alexisjimenezvargas@outlook.com

Ortega Ramírez Ángel David.- Alumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional (ESCOM-IPN), Boleta: 2014090514, Tel. 5585629082, email: angeldavidor@outlook.com

Saucedo Delgado Rafael Norman.- M. en C. Saucedo Delgado Rafael Norman.- Ing. en Sistemas Computacionales, Egresado del Instituto Politécnico Nacional, M. en C. en Ciencias de la Computación, por el IIMAS-UNAM. Profesor de la ESCOM en el Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación. Áreas de Interés: Gráficos por Computadora y Realidad Virtual, Teléfono: 57296000 Ext. 52022., email. rsaucedo@ipn.mx



Rafael Norman Saucedo Delgado <rsaucedo@ipn.mx>

to lorena_chavarria, me, Edgar, Josefina ▾



Spanish ▾



English ▾

[Translate message](#)

Estoy de acuerdo con el alta del director del TT 2021-A078

M. en C. Rafael Norman Saucedo Delgado

Re: Reporte TT



ALR ARIEL-ESCOM-IPN <ariel.lr.escom@gmail.com>

6:59 PM



To: Ángel David Ortega Ramírez

Muy buenas noches,

Acuso de recibido y de Visto Bueno.

Saludos

Ariel López Rojas

SOLICITUD DE MODIFICACIÓN EN EL TRABAJO TERMINAL

Marca con una "X" la opción de trámite a solicitar.

Número de TT: **2021-A078**

CARÁCTER: Confidencial. FUNDAMENTO LEGAL: Artículo 11 Fracc. V y Artículos 108, 113 y 117 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública. PARTES CONFIDENCIALES: Número de boleta.


A. CAMBIO DE TÍTULO	<input type="checkbox"/>	B. ALTA DE ESTUDIANTE	<input type="checkbox"/>	C. BAJA DE ALUMNO/A	<input type="checkbox"/>	D. SUSTITUCIÓN DE ALUMNO/A	<input type="checkbox"/>	E. ALTA DE DIRECTOR/A	<input checked="" type="checkbox"/>
F. SUSTITUCIÓN DE DIRECTOR/A	<input type="checkbox"/>	G. APLAZAMIENTO DE TT	<input type="checkbox"/>	H. REACTIVACIÓN DE TT	<input type="checkbox"/>	I. BAJA DE TT	<input type="checkbox"/>	I. OTRO	<input type="checkbox"/>

Según la opción marcada, contesta:

A	NUEVO TÍTULO:	
B	NOMBRE DEL ALUMNO/A DE ALTA:	NÚMERO DE BOLETA:
C	NOMBRE DEL ALUMNO/A DE BAJA:	NÚMERO DE BOLETA:
D	NOMBRE DEL ALUMNO/A SALIENTE:	NÚMERO DE BOLETA:
	NOMBRE DEL ALUMNO/A ENTRANTE:	NÚMERO DE BOLETA:
E	NOMBRE DEL DIRECTOR/A DE ALTA:	Ariel López Rojas
F	NOMBRE DEL DIRECTOR/A SALIENTE:	
	NOMBRE DEL DIRECTOR/A ENTRANTE:	
G	CICLO ESCOLAR DE APLAZAMIENTO:	
H	CICLO ESCOLAR DE REACTIVACIÓN:	
I	MOTIVO DE BAJA:	
J	ESPECIFICAR SOLICITUD:	

Si marcaste las opciones A, B, C, D, E, F ó H, es importante que entregues nuevamente el protocolo con los cambios solicitados, el cual deberá estar firmado por estudiantes, directores/as, sinodales y titular de la Unidad de Aprendizaje. Éste último para las y los inscritos en TT-I, TT-II y TT-R. **NOTA:** La sustitución, alta y baja de alumnos/as, aplazamiento y baja del TT sólo podrá realizarse en el periodo de evaluación del Protocolo según las fechas establecidas por la Comisión Académica de Trabajos Terminales (CATT).

ATENTAMENTE


Daniel Adrián González Núñez
 Nombre completo y Firma
 Estudiante


Jiménez Vargas Carlos Alexis
 Nombre completo y Firma
 Estudiante


Ortega Ramírez Ángel David
 Nombre completo y Firma
 Estudiante

Nombre completo y Firma
 Estudiante

Vº. Bº

Vº. Bº

Rafael Norman Saucedo Delgado
 Nombre completo y Firma
 Director/a

Ariel López Rojas
 Nombre completo y Firma
 Director/a

Edgar A. Catalán Salgado
 Nombre completo y Firma
 Sinodal

Lorena Chavarría Baez
 Nombre completo y Firma
 Sinodal

Josefina Hernández Jaime
 Nombre completo y Firma
 Sinodal

Nombre completo y Firma
 Profesor/a de Seguimiento