

PROPUESTA DEL ÁREA ACADÉMICA

Optimización Combinatoria

Departamento
de Sistemas

División de Ciencias
Básicas e Ingeniería

Febrero 2025

Optimización Combinatoria

Resumen

Se presenta la propuesta del área académica de Optimización Combinatoria en el Departamento de Sistemas de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, por parte del profesorado con formaciones doctorales en México y el extranjero. Los integrantes del grupo proponente tienen experiencia y reconocimiento de pares por su desempeño en docencia, investigación y difusión y preservación de la cultura.

INTRODUCCIÓN

El 29 de mayo de 2012 fue aprobada la creación del Área de Investigación de Optimización Combinatoria conforme al Artículo 30, fracción VI por el décimo noveno Consejo Académico, en su sesión 355 mediante el acuerdo 355.4; atendiendo a la propuesta del Consejo Divisional de Ciencias Básicas e Ingeniería (CBI) conforme al Artículo 34, fracción XII del Reglamento Orgánico y por el acuerdo 498.4.3.2, en su Sesión 498 celebrada los días 14 y 15 de diciembre de 2011.

El 4 de septiembre de 2024, el Consejo Divisional de CBI en su Sesión 721 Ordinaria, acuerdo 721.6.1 aprobó solicitar a las jefaturas de departamento, iniciar el proceso de transformación de áreas de investigación a académicas, apegándose a los *Lineamientos para la Creación, Modificación y Supresión de Áreas Académicas*.

Por lo anterior, la propuesta de creación del área académica es presentada por Rodrigo Alexander Castro Campos, Marco Antonio Heredia Velasco, Ana Lilia Concepción Laureano Cruces, Rafael López Bracho, Martha Mora Torres, Gustavo Antonio Sandoval Ángeles y Francisco Javier Zaragoza Martínez; integrantes del cuerpo académico Combinatoria y Algoritmos, pertenecientes al Departamento de Sistemas y quienes

constituirían el núcleo académico, con excepción de la penúltima persona con plaza curricular, quien sería, por lo tanto, colaboradora del área.

Estructura de la propuesta

La propuesta de creación del Área Académica de Optimización Combinatoria se compone de las siguientes secciones: 1) presentación general del área incluyendo objeto de estudio, objetivos y metas; 2) concordancia departamental y divisional, 3) antecedentes, 4) integrantes, 5) programas académicos adscritos al área propuesta, 6) proyectos, 7) programa de actividades y 8) estrategias.

PRESENTACIÓN DEL ÁREA

1. Nombre y definición del objeto de estudio del Área Académica, objetivo general y específicos, así como sus metas de corto, mediano y largo plazo

1.1 Nombre

Área Académica de Optimización Combinatoria

1.2 Objeto de estudio

La teoría, la práctica y las técnicas de solución de problemas de optimización combinatoria e inteligencia computacional.

1.3 Objetivo General

Desarrollar investigación, docencia y difusión de temas y aplicaciones de excelencia en el área de optimización matemática que contribuya a la solución de problemas teóricos y prácticos, así como del planteamiento de modelos y métodos de solución algorítmicos y metaheurísticos.

1.4 Objetivos específicos

- A. Proponer, probar y aplicar modelos teóricos, métodos algorítmicos y aplicaciones que permitan obtener una solución exacta de problemas de optimización combinatoria.
- B. Proponer modelos teóricos, métodos metaheurísticos y aplicaciones que permitan obtener en un tiempo de cómputo razonable una buena aproximación a la solución óptima de problemas de optimización combinatoria.
- C. Proponer modelos teóricos, métodos y aplicaciones en el área de inteligencia computacional.
- D. Crear herramientas o materiales didácticos para la enseñanza a nivel superior y de posgrado de los conceptos básicos hasta la aplicación de los métodos de optimización combinatoria del problema bajo estudio.
- E. Promover el estudio de los conceptos básicos de la optimización combinatoria e inteligencia computacional; así como las técnicas empleadas para la solución de problemas teóricos y prácticos.
- F. Difundir los resultados obtenidos y la experiencia adquirida en la resolución de los problemas planteados.

1.5 Metas

Están enfocadas en el desarrollo del conocimiento, la formación de profesionales y la contribución a la resolución de problemas teóricos y prácticos en el campo de la optimización combinatoria. Estas metas abarcan aspectos educativos, de investigación y de impacto social. A continuación, se describen las metas principales de área.

1.5.1 Metas de corto plazo

- Profundizar en el estudio de los conceptos básicos de la optimización combinatoria, como la clasificación de problemas según su complejidad computacional.
- Explorar conexiones entre la optimización combinatoria y otras áreas de las matemáticas, como la teoría de grafos, el álgebra lineal y la geometría discreta.
- Crear y mejorar algoritmos exactos, heurísticos y metaheurísticos para problemas de optimización combinatoria.

- Promover la aplicación de técnicas de optimización combinatoria en problemas del mundo real, como:
 - Logística y transporte (ruteo de vehículos, planificación de rutas).
 - Diseño de redes (telecomunicaciones, energía, transporte).
 - Planificación de horarios y asignación de recursos.
 - Procesos industriales y manufactura.
- Ofrecer programas académicos de alta calidad que integren teoría, práctica e investigación en optimización combinatoria.
- Establecer líneas de investigación para proyectos de posgrado en los siguientes temas:
 - Optimización con incertidumbre.
 - Optimización multiobjetivo.
 - Aplicaciones de la optimización combinatoria en inteligencia artificial y ciencia de datos.
- Organizar seminarios y conferencias para difundir avances de proyectos de posgrado.
- Promover el uso responsable de la optimización combinatoria en la toma de decisiones, considerando aspectos éticos y sociales.
- Fomentar la inclusión y diversidad, promoviendo la participación de grupos subrepresentados.
- Crear material didáctico, como tutoriales y cursos en línea, para facilitar el aprendizaje de la optimización combinatoria.

1.5.2 Metas de mediano plazo

- Desarrollar métodos y algoritmos para resolver problemas de optimización combinatoria.
- Investigar enfoques híbridos que combinen técnicas de optimización clásica con métodos de inteligencia artificial y aprendizaje automático.
- Colaborar con la industria, el gobierno y otras instituciones para transferir conocimiento y soluciones tecnológicas.
- Fomentar el pensamiento crítico, la creatividad y la capacidad de innovación en estudiantes de la universidad.

- Establecer líneas de investigación para proyectos de posgrado en los siguientes temas emergentes:
 - Aplicaciones de la optimización combinatoria en inteligencia artificial y ciencia de datos.
- Publicar resultados de investigación en revistas científicas de alto impacto y presentar trabajos en conferencias internacionales.
- Colaborar con investigadores de otras disciplinas para abordar problemas interdisciplinarios.
- Organizar talleres para el aprendizaje de algoritmos en optimización combinatoria.
- Contribuir con soluciones que mejoren la eficiencia y sostenibilidad del transporte, energía, salud y manufactura.
- Promover la integración de la optimización combinatoria con otras áreas como Ciencias de la computación, investigación operativa e ingeniería.

1.5.3 Metas de largo plazo

- Desarrollar nuevas teorías para resolver problemas de optimización.
- Desarrollar herramientas computacionales y software especializado para la implementación y prueba de algoritmos.
- Formar profesionales con habilidades sólidas en modelado matemático, diseño de algoritmos y resolución de problemas complejos.
- Desarrollar software educativo y plataformas interactivas para la enseñanza y experimentación en algoritmos heurísticos, metaheurísticos y exactos para la solución de problemas de optimización.
- Establecer proyectos conjuntos con áreas de otras disciplinas que aborden problemas complejos desde múltiples perspectivas.
- Posicionar al área académica como un referente en investigación y formación en optimización combinatoria a nivel nacional e internacional.
- Establecer alianzas estratégicas con instituciones líderes en el campo.

Todas las metas buscan consolidar al área académica de Optimización Combinatoria en el avance del conocimiento científico, la formación de profesionales y la resolución de problemas complejos en diversos sectores de la sociedad.

2. Mostrar la concordancia del nombre, los objetivos del Área y el campo de conocimiento que desarrollará en relación con las disciplinas que se cultivan en los departamentos involucrados

2.1 Objetivos del Departamento de Sistemas.

- 1) *Desarrollar actividades académicas enfocadas a la docencia que permitan contribuir a alcanzar la excelencia (tasa de inserción laboral, eficiencia terminal y retención) y contribuir al desarrollo adecuado de los planes y programas de estudios.*
- 2) *Realizar investigación enfocada a resolver problemas de interés nacional o global basada en los modelos, metodologías, métodos, procesos, técnicas y herramientas relacionados con el desarrollo, operación, planificación, evaluación e implementación de sistemas.*
- 3) *Promover la difusión y divulgación de las actividades del departamento.*
- 4) *Fomentar la vinculación interinstitucional, con el sector productivo y social.*

En esta área se realiza investigación de optimización combinatoria, que proporciona conocimientos teóricos fundamentales para crear métodos y técnicas de importancia para la operación y la planeación de sistemas enfocados en la resolución de problemas de interés nacional o global. La resolución de estos problemas genera vínculos con el sector productivo y social. De esta manera se contribuye a la visibilidad del Departamento de Sistemas. Además, se desarrollan actividades de docencia para el aprendizaje de los conocimientos relacionados con la optimización combinatoria, algoritmos y su aplicación en la optimización de los sistemas; acordes con los planes y programas de estudio contribuyendo así a alcanzar la excelencia en las licenciaturas en las ingenierías en Computación, Electrónica e Industrial.

2.2 Concordancia con planes y programas de estudio.

Descripción de los planes de estudio de licenciatura en los que impacta. Estos se muestran en la Tabla I.

Tabla I

Licenciatura	Unidad
Ingeniería en Computación	Azcapotzalco
Ingeniería Electrónica	
Ingeniería Industrial	

Descripción de los planes de estudio de posgrado en los que impacta. Estos se muestran en la Tabla II.

Tabla II

Posgrado	Unidad
Maestría en Optimización	Azcapotzalco
Doctorado en Optimización	

Descripción de los programas de estudios en los que impacta.

Tabla III. UEA de la Licenciatura en Ingeniería en Computación

Tronco	UEA
General	Programación estructurada
Básico Profesional	Algoritmos y estructuras de datos Almacenamiento y estructuras de archivos Análisis y diseño de algoritmos

Optativas	Taller de análisis y diseño de algoritmos
-----------	---

Tabla IV. UEA de la Licenciatura en Ingeniería en Electrónica

Tronco	UEA
General	Programación estructurada
Básico Profesional	Algoritmos y estructuras de datos
Optativas	Almacenamiento y estructuras de archivos

Tabla V. UEA de la Maestría en Optimización

Tronco	UEA
Obligatorias	Laboratorio de optimización Programación matemática Programación lineal
Optativas	Teoría de gráficas Optimización en redes Programación entera

3. Presentar, a manera de antecedentes, los resultados de las actividades relacionadas con las funciones sustantivas que sean producto, en su caso, del trabajo académico de las personas integrantes proponentes dentro de la Universidad, que sustenten la viabilidad del Área que se pretende crear

Los resultados entre 2020 y 2024 de las actividades relacionadas con las funciones sustantivas que son producto del trabajo académico de integrantes mencionados en la siguiente sección se pueden resumir en la siguiente manera (en el Anexo A se proporciona el listado completo):

- a) Artículos en revistas internacionales: 49.
- b) Artículos in extenso en memorias de congreso: 66.
- c) Proyectos terminales o de integración dirigidos: 58
- d) Tesis de posgrado: 19 de maestría y 9 de doctorado (en proceso o concluidas).
- e) Conferencias
- f) Talleres
- g) UEA impartidas

4. Integrar el núcleo académico con al menos cinco personas integrantes del personal académico

4.1 Núcleo académico

Participantes				
Nombre	Grado	Categoría y nivel	Tiempo	Firma
Rafael López Bracho	Doctor	Titular C	Completo	
Ana Lilia Concepción Laureano Cruces	Doctor en C.	Titular C	Completo	
Francisco Javier Zaragoza Martínez	Doctor	Titular C	Completo	
Marco Antonio Heredia Velasco	Doctor	Asociado D	Completo	
Martha Mora Torres	Doctora	Asociado D	Completo	
Rodrigo Alexander Castro Campos	Doctor	Asociado D	Completo	

4.2 Colaboradores

Colaboradores				
Nombre	Grado	Categoría y nivel	Tiempo	Firma
Gustavo Sandoval Ángeles	Doctor	Asociado ¿?	Completo	

5. Contar al menos con un programa académico que proponga cuando menos dos proyectos que involucren las funciones sustantivas objeto de la universidad

El Área contará con dos programas académicos de los cuales serán responsables todos los integrantes del núcleo académico. Estos programas son “Programa académico en Combinatoria y Algoritmos Exactos” y “Programa académico en Metaheurísticas e Inteligencia Computacional”.

5.1 Programa académico en Combinatoria y Algoritmos Exactos

Los métodos exactos han sido el método de solución de problemas más utilizado desde los orígenes de la optimización combinatoria (década de los 40). En la actualidad se tienen bien estudiados muchos de estos modelos y se siguen utilizando en numerosas aplicaciones prácticas.

Se espera dar continuidad al proyecto de investigación SI001-19 y los de docencia y difusión y preservación de la cultura propuestos; así como las publicaciones y presentación en eventos especializados, conferencias, seminarios, concursos de computación, modificación de planes y programas de estudio de UEA relacionadas con optimización combinatoria y algoritmia. Se continuará con la vinculación de estudiantes de licenciatura y posgrado a los distintos proyectos de investigación, docencia y difusión y preservación de la cultura.

Definición temática y Justificación

La optimización combinatoria permite modelar y resolver problemas que tradicionalmente ha estudiado la investigación de operaciones y la teoría de la computación y que han requerido nuevos métodos y herramientas matemáticas. Dichos problemas se caracterizan por la interacción que existe entre las propiedades combinatorias de las restricciones y de las funciones objetivo.

En el estudio de la existencia de algoritmos que permitan encontrar la solución buscada en un tiempo polinomial, y la construcción de ellos cuando sea posible, será muy importante el conocimiento de algunas propiedades duales y de la estructura combinatoria del problema. La teoría de gráficas y otros modelos combinatorios permitirán en muchos

casos el estudio de esa estructura, y al aprovechar sus propiedades, construir los algoritmos buscados.

La integración de un programa académico en Combinatoria y algoritmos exactos permitirá entonces el estudio, enseñanza y difusión de la estructura combinatoria y creación de algoritmos exactos que resuelven problemas de optimización combinatoria.

A continuación se presentan tres ejemplos de problemas que se abordarán dentro de este programa:

La **coloración de gráficas** consiste en la asignación de colores a los vértices de una gráfica de manera que cualesquiera dos vértices que sean adyacentes por medio de una arista, tengan asignados colores diferentes. La coloración de gráficas es un problema de mucho interés combinatorio que por sus diversas aplicaciones y especificidades dan lugar a problemas de optimización combinatoria de gran importancia. En esta área se estudiarán, enseñarán y difundirán dos problemas de optimización en específico: El problema de coloración robusta y el problema de obtener el número acromático de una gráfica.

En el **problema de determinar el número acromático de una gráfica** se desea encontrar el número máximo de colores que se pueden utilizar en la coloración de la gráfica, de manera que cada par de aristas sea usado en la coloración de un par de vértices adyacentes por medio de una arista.

El interés de estudiar, enseñar y difundir estos dos problemas en el Programa resulta en obtener resultados teóricos y prácticos; así como dominar las técnicas de solución. Entre los primeros se desea encontrar propiedades de las gráficas que permitan garantizar un número acromático determinado o estructuras de las gráficas que permitan encontrar algoritmos de solución o aproximación para los dos problemas o encontrar propiedades que relacionen el número acromático con la robustez de la coloración de una gráfica. Entre los segundos se estudian, enseñan y difunden aplicaciones a problemas de partición de conjuntos, organización de horarios y asignación de recursos.

Los **problemas de transporte o de ruteo** consisten en encontrar recorridos que optimicen alguna función objetivo (tal como la distancia recorrida) sujetos a algunas restricciones. Los dos ejemplos clásicos de problemas de transporte son el problema del agente viajero (el recorrido

debe ser cerrado y debe pasar exactamente una vez por cada vértice) y el problema del cartero (el recorrido debe ser cerrado y debe pasar al menos una vez por cada arista). El primero de estos dos problemas está ampliamente estudiado, pero del segundo hay bastante por hacer. En particular, se conocen algoritmos polinomiales para el problema del cartero con gráficas dirigidas y no dirigidas, además de algoritmos de aproximación para algunas variantes que son NP duras (gráficas mixtas, costos asimétricos o con restricciones en el número máximo de veces que se puede recorrer cada arista). Para este problema se pretende encontrar mejores algoritmos de aproximación para las variantes NP duras, pero también se pretende estudiar variantes de este problema de las que se desconoce su complejidad computacional, como cuando el orden de recorrido cambia el costo de las aristas. Un caso particular de reciente interés es el siguiente: conforme se recorre la gráfica se van entregando objetos y se desea contabilizar el trabajo total realizado debido a la carga de los objetos que aún no han sido entregados.

La **geometría combinatoria de objetos convexos** ha sido muy importante para la optimización combinatoria. El método simplex, los algoritmos de planos cortantes y el método elipsoidal son herramientas comunes en esta última área. Pero más recientemente la geometría combinatoria y computacional ha adquirido su propia importancia. Muchos de los problemas de esta área son relativos a propiedades de configuraciones de objetos geométricos y algoritmos sobre ellos. Ejemplos clásicos de estos problemas son el cálculo de la cerradura convexa de un conjunto finito de puntos, el cálculo de triangulaciones de superficies y la planificación de movimientos. Se sabe mucho acerca de estos problemas cuando los objetos geométricos son fijos, en particular, se tienen algoritmos polinomiales muy eficientes para calcular cerraduras convexas y triangulaciones. Se pretende estudiar estos problemas cuando los objetos son móviles. Otro problema de interés es el del encaje primitivo (es decir, con segmentos cuyos únicos puntos de coordenadas enteras son sus extremos) de gráficas aplanables, el cual se ve como una vía alternativa para resolver el famoso problema de los cuatro colores (del cual sólo se conocen demostraciones altamente sofisticadas que requieren de programas de computadora para su verificación). Un aspecto de optimización de este último problema es el

de encontrar algorítmicamente tales encajes con área tan pequeña como sea posible.

Objetivos del programa académico

- a) Estudiar problemas de optimización combinatoria en donde los aspectos de dualidad sirvan de base para establecer la existencia y la caracterización de las soluciones óptimas.
- b) Diseñar, analizar e implementar algoritmos combinatorios exactos.
- c) Crear herramienta o material didáctico para la enseñanza de algoritmos combinatorios exactos y difusión de la experiencia y resultados obtenidos.
- d) Estudiar problemas de optimización combinatoria para los cuales se puedan establecer cotas teóricas a los valores de las soluciones óptimas.
- e) Diseñar, analizar e implementar algoritmos y esquemas de aproximación que produzcan soluciones que cumplan con las cotas teóricas obtenidas.
- f) Crear herramienta o material didáctico para la enseñanza de algoritmos y esquemas de aproximación que produzcan soluciones que cumplan con las cotas teóricas requeridas y difundir la experiencia y resultados obtenidos.

Prioridades de los objetivos académicos

- a) Trabajos de investigación teórica: A través de la investigación bibliográfica o hemerográfica se conocerá cuál es el estado del conocimiento respecto a los algoritmos de solución y aplicaciones prácticas del problema bajo estudio; así como hacer investigación teórica sobre el tema.
- b) Difusión de los resultados de investigación: Publicación de los resultados en revistas, libros técnicos y memorias y participación en los eventos especializados relevantes para la optimización combinatoria y la computación.
- c) Diseño, análisis e implementación de algoritmos para los problemas de optimización combinatoria encontrados al desarrollar la actividad u otros que surjan por otras necesidades.

- d) Crear herramientas didácticas para la enseñanza a nivel superior y de posgrado que demuestren desde los conceptos básicos hasta la aplicación de las teorías y los algoritmos del problema bajo estudio.
- e) Entender las implicaciones éticas y sociales del uso de algoritmos y técnicas combinatorias en aplicaciones del mundo real.
- f) Promover el uso responsable de la tecnología y el respeto por la privacidad y seguridad de los datos.

Vinculación con los objetivos del área académica

En el caso de este programa, la atención se concentrará en los modelos teóricos para los problemas de optimización combinatoria y en los algoritmos exactos por lo que se vincula con los siguientes objetivos del área académica.

- A. Proponer, probar y aplicar modelos teóricos, métodos algorítmicos y aplicaciones que permitan obtener una solución exacta de problemas de optimización combinatoria.
- D. Crear herramientas o materiales didácticos para la enseñanza a nivel superior y de posgrado de los conceptos básicos hasta la aplicación de los métodos de optimización combinatoria del problema bajo estudio.
- E. Promover el estudio de los conceptos básicos de la optimización combinatoria; así como las técnicas empleadas para la solución de problemas teóricos y prácticos.
- F. Difundir los resultados obtenidos y la experiencia adquirida en la resolución de los problemas planteados.

Vinculación con los objetivos del Departamento de Sistemas

En este programa se propone realizar investigación sobre los métodos algorítmicos, técnicas y herramientas relacionados con el análisis de sistemas del tipo de optimización combinatoria. Además, se desarrollarán actividades de docencia en licenciatura y posgrado para la enseñanza de los conocimientos relacionados con estos sistemas del tipo de optimización combinatoria.

De manera que los objetivos del programa se vinculan con los siguientes objetivos del Departamento de Sistemas al enfocarse también en estudiantes competitivos en materia de análisis de problemas e

implementación de algoritmos exactos en estos sistemas optimizados con responsabilidad social.

- 1) *Desarrollar actividades académicas enfocadas a la docencia que permitan contribuir a alcanzar la excelencia (tasa de inserción laboral, eficiencia terminal y retención) y contribuir al desarrollo adecuado de los planes y programas de estudios.*
- 2) *Realizar investigación enfocada a resolver problemas de interés nacional o global basada en los modelos, metodologías, métodos, procesos, técnicas y herramientas relacionados con el desarrollo, operación, planificación, evaluación e implementación de sistemas.*
- 3) *Promover la difusión y divulgación de las actividades del departamento.*
- 4) *Fomentar la vinculación interinstitucional, con el sector productivo y social.*

Vinculación con los objetivos de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería (CBI)*

Este programa logra el liderazgo en la enseñanza, investigación y aplicación de los métodos algorítmicos, técnicas y herramientas para el estudio de los sistemas de optimización combinatoria. Se diversificará la oferta docente en todos los aspectos. Asimismo, se promoverá la integración de metodologías suaves y duras para enfrentar y resolver problemas de optimización combinatoria. También se promoverá el desarrollo y la aplicación de la computación para resolver problemas de optimización combinatoria.

Los objetivos del programa se vinculan con los siguientes objetivos de la División de CBI; al tener el proyecto de investigación SI001-19 aprobado divisionalmente y presentado proyectos de docencia y difusión y preservación de la cultura de acuerdo con los lineamientos divisionales disponibles para ello.

Objetivos para la docencia:

1. Contribuir al fortalecimiento de la atención a la demanda de ingreso a la educación superior en el nivel de licenciatura y posgrado.

2. Mantener e incrementar la calidad de los planes y programas de estudio.
3. Fortalecer la oferta de planes de estudio en licenciatura y posgrado.
4. Fortalecer los programas de tutoría, mentoría y asesoría para el alumnado.

Objetivos para la investigación:

5. Fortalecer las áreas y grupos de investigación.
6. Obtener el reconocimiento externo al trabajo de investigación.
7. Utilizar fuentes de financiamiento externo para el desarrollo de la investigación.

Objetivos para la preservación y difusión de la cultura:

8. Fortalecer el sentido de comunidad de la DCBI-A.

Objetivos para la vinculación:

9. Fortalecer la vinculación de la DCBI-A con la sociedad.

* Se consideran los objetivos contenidos en el Plan de Desarrollo 2016-2024 de la División de CBI.

Los resultados académicos que se obtengan en este programa tendrán un impacto directo en los programas de UEA tanto de licenciatura como de posgrado.

Las UEA de planes de licenciatura vigentes cuyos programas están íntimamente relacionados a la optimización combinatoria y los algoritmos exactos son:

Licenciatura

- | | |
|---------|--|
| 1151040 | Análisis y diseño de algoritmos. |
| 1151041 | Almacenamiento y estructuras de archivos |
| 1151042 | Algoritmos y estructuras de datos. |
| 1151061 | Complejidad computacional. |
| 1151064 | Taller de análisis y diseño de algoritmos. |
| 1151066 | Geometría computacional. |
| 1151067 | Temas selectos de algoritmos. |

- 1152001 Investigación de operaciones I
- 1152002 Investigación de operaciones II
- 1153001 Probabilidad y estadística

Posgrado

- 1158063 Programación matemática
- 1158066 Programación lineal
- 1158068 Programación entera
- 1158070 Optimización en redes
- 1158065 Laboratorio de optimización

Participantes en el programa

Nombre	Contratación y dedicación	Categoría y nivel	PROMEP, SNII
Dr. Rafael López Bracho	Indeterminada T. C.	Titular C	Promep
Dra Ana Lilia Concepción Laureano Cruces	Indeterminada T. C.	Titular C	Promep, SNII II
Dr. Francisco Javier Zaragoza Martínez	Indeterminada T. C.	Titular C	Promep, SNII II
Dr. Marco Antonio Heredia Velasco	Indeterminada T. C.	Asociado D	Promep, SNII I
Dr. Rodrigo Alexander Castro Campos	Indeterminada T. C.	Asociado D	¿candidato o I?
Dr. Gustavo Antonio Sandoval Ángeles	Determinada T. C.	Asociado ¿?	SNII I

Recursos con los que cuenta y los que requerirá

Las actividades académicas que desarrollará el área requieren del apoyo de recursos materiales para el procesamiento de información, consultas a bases de datos y *software* especializado. Dichos recursos se obtendrán mediante asignaciones presupuestales del Departamento de Sistemas y los que asigne la División de Ciencias Básicas e Ingeniería a los distintos proyectos de investigación, docencia y difusión y preservación de la cultura. Además de los recursos materiales que se puedan obtener a través de proyectos de la SECIHTI y vinculación.

Vinculación con problemas reales dentro y fuera de la Universidad

Brindar apoyo a otras áreas de la División de CBI que requieran aplicar conocimientos de estas disciplinas o participar en asesorías externas a la UAM.

Seminarios sobre temas afines al programa

Se participa en el seminario de optimización del posgrado y los eventos organizados dentro y fuera de la universidad relacionados con el programa, donde se presentarán los avances en los trabajos y actividades que desarrollen para enriquecerlas con las opiniones del grupo, además de trabajar sobre un tema principal que permita la consolidación del grupo.

5.2 Programa académico en Metaheurísticas e Inteligencia Computacional

Esta rama de la optimización combinatoria se ha desarrollado desde mediados de la década de los 70 y ha tomado fuerza desde la década de los 80. Estos métodos obtienen soluciones a problemas muy difíciles, que por los métodos tradicionales requerirían miles de años para resolverse exactamente. Esta rama ha sido fuertemente impulsada por la necesidad de obtener buenas soluciones en un tiempo razonable a problemas de aplicación concretos.

Se espera dar continuidad al proyecto de investigación vigente y las publicaciones y presentación en eventos especializados, conferencias, seminarios, concursos de computación, modificación de planes y programas de estudio de UEA relacionadas con algoritmos metaheurísticos e inteligencia Computacional. Se continuará con la vinculación de estudiantes de licenciatura y posgrado a proyectos de investigación, docencia y difusión y preservación de la cultura.

Definición temática y justificación

El objetivo de las metaheurísticas y de la inteligencia computacional es encontrar una solución aproximada en un tiempo razonablemente pequeño, que nos facilite la toma de decisiones en algún problema de aplicación concreto.

En esta área también se considera la generación de instancias de prueba de dichos métodos, donde se evalúa la eficacia (la calidad de la solución) y eficiencia (la rapidez del algoritmo para entregar un resultado) del mismo.

Otra actividad importante que se desarrollará en este programa de Metaheurísticas e Inteligencia Computacional es el desarrollo de aplicaciones de los modelos combinatorios a problemas reales. En este caso también se desarrollan instancias del estilo del problema general, así como la aplicación del método a un conjunto de instancias reales concretas.

La integración de un programa académico en Metaheurísticas e Inteligencia Computacional permitirá entonces desarrollar métodos metaheurísticos que resuelven problemas de optimización combinatoria, así como el desarrollo de aplicaciones con base en los modelos de Optimización Combinatoria, para resolver problemas reales vinculados con la sociedad respetando los principios de sostenibilidad.

A continuación se presentan tres ejemplos de problemas que se abordarán dentro de este programa:

En el problema de coloración robusta se asigna un peso a cada una de las aristas no existentes en la gráfica (cada par de vértices no adyacentes por una arista) y un número determinado de colores a utilizar. El problema consiste en obtener una coloración con esos colores, de manera que la suma de los pesos de aristas no existentes, que tengan el mismo color en los vértices que las definen, sea mínima. Entre más pequeña es esta suma, más grande es la robustez de la coloración.

Miembros del grupo proponente han desarrollado varias aplicaciones tomando como modelo para este problema, por ejemplo en la calendarización de eventos, la asignación de frecuencias en telefonía celular, y en la generación de comunidades de aprendizaje mediante filtrado colaborativo.

El diseño de zonas es un problema que consiste en agrupar unidades geográficas en un número predeterminado de zonas que minimizan una función objetivo, al tiempo que deben satisfacer ciertas restricciones, principalmente relacionadas con su topografía. Dentro de sus aplicaciones más frecuentes se encuentran el diseño de distritos

electorales (Chou & Li, 2007), diseño de zonas escolares (Ferland & Guenette, 1990), uso de tierras (Shirabe, 2005), entre otras (Kalcsics, Nickel y Schröder. Zoltners y Sinha).

Sin embargo, cada aplicación de diseño de zonas presenta características específicas que afectan su modelación, y por lo tanto la forma en que debe resolverse, por lo cual es necesario definir las propiedades exactas del problema que se estudia.

En particular, el problema de diseño de zonas electorales ha sido muy estudiado tanto por su importancia en los resultados de procesos políticos, como por su complejidad computacional, que ha demostrado ser NP-Difícil (Altman, 1997).

Actualmente se considera que un proceso político debe garantizar la democracia mediante la construcción de zonas electorales conexas, que contengan aproximadamente la misma cantidad de habitantes (equilibrio poblacional) y que eviten formas retorcidas y alargadas (compacidad geométrica). Por lo cual puede plantearse como un problema de optimización combinatoria, donde la función objetivo busca la mejor combinación entre equilibrio poblacional y compacidad geométrica, mientras las restricciones garantizan la conexidad de las zonas.

Por lo anterior, se ha investigado sobre el desempeño de varias técnicas heurísticas para su resolución. Sin embargo, los resultados prometedores obtenidos mediante algoritmos híbridos, en el marco de problemas parecidos, sugieren que es posible mejorar las soluciones actuales, por ejemplo, mediante la combinación de técnicas ya consolidadas, como recocido simulado, con métodos recientes como vecindades variables, multiobjetivación o métodos heurísticos basados en composición musical.

Objetivos del programa académico

- a. Desarrollo de aplicaciones específicas con base en modelos combinatorios.
- b. Diseñar, analizar e implementar métodos combinatorios heurísticos.
- c. Desarrollo de instancias de prueba de solución óptima conocida o una cota de ella, para evaluar el desempeño de los métodos heurísticos desarrollados.

- d. Diseñar, analizar e implementar métodos heurísticos para aplicaciones específicas.
- e. Diseñar, analizar e implementar métodos de inteligencia computacional en aplicaciones específicas de ciencia e ingeniería
- f. Publicar resultados en revistas científicas y presentar trabajos en conferencias especializadas comunicándolos eficazmente y sus conclusiones.
- g. Crear material o herramientas didácticos para la enseñanza de los métodos combinatorios heurísticos, heurísticos y de inteligencia computacional.
- h. Promover la colaboración y preparación de estudiantes competentes y versátiles para el ámbito profesional.
- i. Entender las implicaciones éticas y sociales del uso de algoritmos metaheurísticos y técnicas combinatorias en aplicaciones del mundo real.

Prioridades de los objetivos académicos del programa

- a. Trabajos de aplicación a problemas reales. A través de la investigación bibliográfica, hemerográfica y de la propuesta directa de problemas de aplicación.
- b. Difusión de los resultados de los trabajos: publicación en revistas, libros técnicos y memorias y participación en los eventos especializados relevantes para los métodos metaheurísticos, la optimización combinatoria y la inteligencia computacional.
- c. Diseño, análisis e implementación de métodos metaheurísticos para los problemas de optimización combinatoria.
- d. Crear herramientas didácticas para la enseñanza a nivel superior y de posgrado que demuestren desde los conceptos básicos hasta la aplicación de las teorías y los métodos metaheurísticos del problema bajo estudio.

Vinculación con los objetivos del área académica

En este programa, nos concentramos en las aplicaciones basados en modelos combinatorios y en los métodos heurísticos, metaheurísticos y de inteligencia computacional.

De manera que los objetivos del programa se vinculan con los siguientes objetivos del área académica.

- B. Proponer modelos teóricos, métodos metaheurísticos y aplicaciones que permitan obtener en un tiempo de cómputo razonable una buena aproximación a la solución óptima de problemas de optimización combinatoria
- C. Proponer modelos teóricos y aplicaciones en el área de inteligencia computacional.
- D. Crear herramientas o materiales didácticos para la enseñanza a nivel superior y de posgrado de los conceptos básicos hasta la aplicación de los métodos de optimización combinatoria del problema bajo estudio.
- E. Promover el estudio de los conceptos básicos de la optimización combinatoria e inteligencia computacional; así como las técnicas empleadas para la solución de problemas teóricos y prácticos.
- F. Difundir los resultados obtenidos y la experiencia adquirida en la resolución de los problemas planteados.

Vinculación con los objetivos del Departamento de Sistemas

El programa se propone realizar proyectos académicos sobre los métodos heurísticos, técnicas y herramientas relacionados con el análisis de sistemas del tipo de optimización combinatoria. Además, se desarrollarán actividades de docencia en licenciatura y posgrado para la enseñanza de los conocimientos relacionados con estos sistemas del tipo de optimización combinatoria y enfocándose en formar estudiantes competentes en el tema de estudio, respetando los principios de sostenibilidad.

De manera que los objetivos del programa se vinculan con los siguientes objetivos del Departamento de Sistemas.

- 1) *Desarrollar actividades académicas enfocadas a la docencia que permitan contribuir a alcanzar la excelencia (tasa de inserción laboral, eficiencia terminal y retención) y contribuir al desarrollo adecuado de los planes y programas de estudios.*
- 2) *Realizar investigación enfocada a resolver problemas de interés nacional o global basada en los modelos, metodologías, métodos, procesos, técnicas y herramientas relacionados con el desarrollo,*

operación, planificación, evaluación e implementación de sistemas.

- 3) *Promover la difusión y divulgación de las actividades del departamento.*
- 4) *Fomentar la vinculación interinstitucional, con el sector productivo y social.*

Vinculación con los objetivos de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería (CBI)*

El programa busca lograr el liderazgo en la enseñanza, investigación y aplicación de los métodos heurísticos, técnicas y herramientas para el estudio de los sistemas de optimización combinatoria. Asimismo, se diversificará la oferta docente en todos los aspectos. Se promoverá la integración de metodologías suaves y duras para enfrentar y resolver problemas de optimización combinatoria. También se promoverá el desarrollo y la aplicación de la computación inteligente para resolver problemas de optimización combinatoria

Los objetivos del programa también se vinculan con los siguientes objetivos de la División de CBI, al haber aprobado divisionalmente el proyecto de investigación SI002-19 y proponer los de docencia y difusión y preservación de la cultura de acuerdo con los lineamientos disponibles.

Objetivos para la docencia:

1. Contribuir al fortalecimiento de la atención a la demanda de ingreso a la educación superior en el nivel de licenciatura y posgrado.
2. Mantener e incrementar la calidad de los planes y programas de estudio.
3. Fortalecer la oferta de planes de estudio en licenciatura y posgrado.
4. Fortalecer los programas de tutoría, mentoría y asesoría para el alumnado.

Objetivos para la investigación:

5. Fortalecer las áreas y grupos de investigación.
6. Obtener el reconocimiento externo al trabajo de investigación.
7. Utilizar fuentes de financiamiento externo para el desarrollo de la investigación.

Objetivos para la preservación y difusión de la cultura:

8. Fortalecer el sentido de comunidad de la DCBI-A.

Objetivos para la vinculación:

9. Fortalecer la vinculación de la DCBI-A con la sociedad.

* Se consideran los objetivos contenidos en el Plan de Desarrollo 2016-2024 de la División de CBI.

Los resultados que se obtengan en este programa tendrán un impacto directo en los programas de UEA tanto de licenciatura como de posgrado.

Las UEA de planes de licenciatura cuyos programas están íntimamente relacionados a los métodos metaheurísticos y la inteligencia computacional:

Licenciatura

1151045	Temas selectos de inteligencia artificial
1151062	Inteligencia artificial
1151063	Inteligencia computacional
1151064	Taller de análisis y diseño de algoritmos
1152001	Investigación de operaciones I
1152002	Investigación de operaciones II

Posgrado

1158064	Métodos de búsqueda dirigida
1158065	Laboratorio de optimización
1158071	Algoritmos de búsqueda local
1158072	Algoritmos evolutivos
1158073	Ingeniería cognitiva

Participantes en el programa

Nombre	Contratación y dedicación	Categoría y nivel	PROMEP, SNII
Dr. Rafael López Bracho	Indeterminada T. C.	Titular C	Promep
Dra. Ana Lilia Concepción Laureano Cruces	Indeterminada T. C.	Titular C	Promep, SNII II
Dr. Francisco Javier Zaragoza Martínez	Indeterminada T. C.	Titular C	Promep, SNII II
Dr. Marco Antonio Heredia Velasco	Indeterminada T. C.	Asociado D	SNII I
Dra. Martha Mora Torres	Indeterminada T. C.	Asociada D	Promep
Dr. Rodrigo Alexander Castro Campos	Indeterminada T. C.	Asociado D	¿candidato o SNII I?
Dr. Gustavo Antonio Sandoval Ángeles	Determinado T. C.	¿?	SNII I

Recursos materiales con los que cuenta y los que requerirá

Los recursos materiales ya disponibles en el Departamento de Sistemas y los que asigne la División de Ciencias Básicas e Ingeniería a los proyectos de investigación, docencia y difusión y preservación de la cultura. Además de los recursos materiales ya obtenidos a través de proyectos de la SECIHTI.

Vinculación con problemas reales dentro y fuera de la Universidad

Brindar apoyo a otras áreas de la División de CBI que requieran aplicar conocimientos de estas disciplinas o participar en asesorías externas a la UAM.

Seminarios sobre temas afines al programa

Se tomará parte en el seminario de optimización y los eventos organizados dentro y fuera de la universidad, donde presentarán los avances en los trabajos y actividades que desarrollen para enriquecerlas con las opiniones del grupo, además de trabajar en él mismo sobre un tema principal que permita la consolidación del grupo.

6. Proyectos académicos

Ambos proyectos de investigación (SI001-19 y SI002-19) prorrogados al 22 de octubre de 2025.

6.1 Proyecto SI001-19

Algoritmos y propiedades para problemas de coloración de gráficas

Un número creciente de problemas en manufactura, servicios, ámbito público, etc., pueden formularse como problemas de optimización, cuyo modelo general es el problema (P0) definido como: (P0) Min $f(x)$ sujeto a $x \in X$. Donde f es una función de costo para la cual, sin pérdida de generalidad, se busca un valor mínimo; x es un vector de variables de decisión; X es un espacio de búsqueda restringido mediante restricciones explícitas o implícitas.

Debido a esta formulación puede haber obstáculos por la naturaleza de las variables (discretas - binarias, enteras, etc.) y las propiedades matemáticas del modelo considerado (no-linealidad, no convexidad, etc.). Esto ha promovido nuevas estrategias de resolución exactas (a veces de complejidad computacional prohibitiva) y aproximadas (también llamadas metaheurísticas que no garantizan la optimalidad del resultado obtenido, pero alcanzan en promedio un desempeño satisfactorio, con una eficiencia computacional razonable, y son fáciles de implementar). Se resuelven problemas de: a) coloración de vértices de una gráfica, b) anticoloración, c) índice cromático circular, d) coloración fraccional de los vértices de una gráfica y e) coloración completa de los vértices de una gráfica.

Para ello es necesario y se está logrando lo siguiente:

- Obtener el problema de optimización combinatoria correspondiente (definiendo funciones que representen el problema).
- Obtener un modelo de programación matemática para los problemas de interés (seleccionando variables de decisión, función objetivo y restricciones lineales que representen el problema).
- Estudiar las propiedades del poliedro correspondiente y en su caso la relajación lineal.

- Estudiar la complejidad computacional del problema (decidiendo si éste o alguna de sus generalizaciones o casos especiales, es resoluble en tiempo polinomial; es decir, está en P o, por el contrario, si sus variantes de decisión resultan ser NP completas).
- Encontrar algoritmos para resolver los problemas (siendo exactos si están en P; y heurísticos, en caso contrario).

Objetivos

Objetivo general de investigación:

Obtener propiedades, algoritmos y métodos de solución eficientes en problemas de coloración en gráficas.

Objetivos específicos:

- Generar nuevos conocimientos acerca de la solución de problemas de coloración de vértices y aristas de gráficas.
- Diseñar modelos y algoritmos de solución de los problemas estudiados.
- Proponer posibles aplicaciones
- Implementar programas de cómputo.

6.2 Proyecto SI002-19

Diseño de Interfaces Inteligentes para la Simulación de Conductas de Organismos Vivos o Animados

Estamos resolviendo proyectos desde la transdisciplina, donde convergen: diseño de interfaces inteligentes, matemáticas, inteligencia artificial y, por supuesto ingeniería en computación. Esta última requiere de representación y presentación de datos en distintas formas. Una visualización de la información explica historias, simplifica, mide, compara, explora, descubre, con el objetivo de transformar los datos en información, la información en conocimiento y el conocimiento en inteligencia de algún contexto en particular.

En la solución de los proyectos se usan: algoritmos evolutivos, sistemas difusos, redes neuronales y sistemas multi-agente. En la última década, la IA ha tenido un crecimiento importante en la solución de problemas que tradicionalmente utilizaban técnicas clásicas. Ejemplos

de aplicaciones son: 1) evaluación difusa en los sistemas de aprendizaje inteligentes, 2) optimización heurística en problemas biológicos complejos, 3) razonamiento aproximado; aplicado a control adaptativo para simular escenarios futuros con el fin de determinar acciones remediales o de múltiples opciones, entre otros.

Para simular conductas es necesario desarrollar un análisis conductual que permite crear un modelo cognitivo con el fin de simular conductas que dan solución a un problema en un determinado dominio de aplicación, como un artefacto inteligente. En esta técnica el conocimiento se divide en componentes que guardan una relación directa con la forma en que el humano los clasifica y los utiliza.

Y con lo anterior se logra lo siguiente:

- Estudiar los fenómenos físicos y biológicos: 1) centrado en el fenómeno de la brillantez aparente de las estrellas; 2) conductas reactivas en el espectro autista; 3) desarrollo de una interfaz interactiva para la comprensión de conceptos abstractos; 4) modelado del fenómeno de la consciencia artificial para la conducta de entrega de correspondencia; 5) conducta reactiva de aves presas y depredadoras.
- Modelar matemáticamente la representación de las conductas de organismos en los fenómenos físicos y biológicos considerados.
- Diseñar las interfaces inteligentes con motores de inferencia que incluyen los modelos matemáticos propuestos.

Objetivos

Objetivo general de investigación:

Diseñar modelos cognitivos que simulen la conducta de organismos vivos o animados que conlleven: incertidumbre, razonamiento aproximado y aprendizaje.

Objetivos específicos:

- Simular fenómenos físicos y biológicos, tales como: celulares proteínicos, consciencia y emociones.

- Generar conocimiento a partir de la visualización de la información que requiere de la representación y presentación de los datos por medio de modelos matemáticos.
- Diseñar modelos matemáticos para el motor de inferencia de las interfaces inteligentes que representen las conductas de organismos en los fenómenos físicos y biológicos considerados y para la visualización de la información.

6.3 Proyecto de docencia

Material de apoyo a la docencia para optimización, programación y algoritmos

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar material didáctico que sirva de apoyo para la impartición de las UEA relacionadas a la optimización, la programación y los algoritmos de los planes de estudio de licenciatura y de posgrado.

Objetivos particulares

- Desarrollar notas de curso para las UEA relacionadas a la optimización, la programación y los algoritmos de los planes de estudio de licenciatura y de posgrado.
- Desarrollar transparencias para las UEA relacionadas a la optimización, la programación y los algoritmos de los planes de estudio de licenciatura y de posgrado.
- Desarrollar aulas virtuales para las UEA relacionadas a la optimización, la programación y los algoritmos de los planes de estudio de licenciatura y de posgrado.

6.4 Proyecto de difusión

Material y eventos educativos para el desarrollo de habilidades en algoritmia

Objetivos

Objetivo general

Preservar y difundir material y eventos educativos que promuevan el desarrollo de habilidades en algoritmia y programación competentes a nivel nacional e internacional.

Objetivos particulares

- Elaborar material educativo de programación que refleje el nivel de conocimientos esperado por reclutadores de empresas de alto nivel.
- Impulsar las actividades de clubes de programación mediante la divulgación y preservación de los contenidos educativos elaborados.
- Promover la participación del alumnado de la UAM, tanto de Azcapotzalco como de las demás unidades, en concursos universitarios de programación.

7. Programa de actividades académicas y de discusión colectiva y sistemática entre las personas integrantes del grupo proponente para el intercambio de conocimientos y experiencias generados por los proyectos del programa académico.

A continuación se presentan las actividades académicas que permiten el intercambio de conocimientos y experiencias generados en los proyectos del programa académico. En lo que respecta a vida colegiada que se desarrolla al interior del Departamento de Sistemas, se pueden mencionar las siguientes actividades:

Desde 2017, cada año se lleva a cabo una Reunión de Optimización, Matemáticas y Algoritmos (ROMA) cuyo objetivo es trabajar en problemas abiertos en las áreas de Matemáticas Discretas, Algoritmos y Geometría Computacional. También se busca fortalecer grupos de investigación y estrechar redes de cooperación entre las distintas instituciones de sus invitados (en ediciones anteriores han participado personas de 11 instituciones de 5 países diferentes). Los coordinadores del evento son principalmente Francisco Javier Zaragoza

Martínez, Marco Antonio Heredia Velasco y Rodrigo Alexander Castro Campos.

También se cuenta con un Seminario UAM de Matemáticas Aplicadas y Discretas (SUMAD) coordinado por Francisco Javier Zaragoza Martínez, integrante del área y también Coordinador del Posgrado de Optimización; realizado trimestralmente desde 2022.

Desde 2004 se organiza anualmente el Concurso de Programación de la UAM para estudiantes de licenciatura y maestría, que sirve para elegir a los alumnos que representan a la UAM en el ACM International Collegiate Programming Contest. En estos dos concursos, la mayoría de los problemas propuestos son de optimización combinatoria. (Francisco Javier Zaragoza Martínez, Marco Antonio Heredia Velasco y Rodrigo Alexander Castro Campos).

Desde 2012 se realiza el *Seminario de Optimización* con sesiones semanales y coordinado por profesores del área que forman parte del Comité de Estudios del Posgrado de Optimización.

Estas actividades serán continuadas y expandidas por eventos relacionados principalmente con el programa académico Combinatoria y Algoritmos Exactos.

También se realizaron actividades únicas como las *Terceras Jornadas de Investigación del Departamento de Sistemas* coordinadas por Marco Antonio Heredia Velasco en 2014; *Escuela de Algoritmos de Aproximación* organizada en 2016 por Francisco Javier Zaragoza y Marco Antonio Heredia Velasco; *Mexican venue of the Hack-ADA-thon Inspired by BHS Corrugated* organizado en 2019 por Rodrigo Alexander Castro Campos y Francisco Javier Zaragoza Martínez; *Torneo de piedra, papel y tijeras*, evento en línea organizado en 2021 (en plena contingencia sanitaria por la epidemia de COVID-19 generada por el virus SARS-CoV2) por Rodrigo Alexander Castro Campos y la participación en 2022 de Javier Ramírez Rodríguez y Rafael López Bracho como parte del Comité Científico del *Congreso de la Sociedad Mexicana de Investigación de Operaciones*.

A partir de 2023 y 2024 se realizó la *Feria de Posgrados de la UAM Azcapotzalco* organizada por Francisco Javier Zaragoza Martínez.

8. Estrategias

8.1 Formación y actualización académica

- a. Invitar a profesores de otras instituciones, habilitados y con experiencia e intereses afines para apoyar las actividades académicas relacionadas con la investigación del área y con los planes de estudio de la Licenciatura en Ingeniería en Computación, la Licenciatura en Ingeniería Industrial y el Posgrado en Optimización.
- b. Procurar la contratación definitiva de profesores habilitados que apoyen las actividades académicas del área.
- c. Invitar a graduados recientes de programas de doctorado de alta calidad a incorporarse a las actividades académicas del área.
- d. Apoyar a los profesores involucrados en el área para que reciban o mejoren sus reconocimientos académicos internos y externos.
- e. Promover el trabajo colaborativo entre los profesores del área.
- f. Participar en talleres de modelación y programación matemática organizados por instituciones del sector público o privado.
- g. Invitar a expertos de instituciones del sector público o privado a que compartan su experiencia con profesores y alumnos.

8.2 Desarrollo de trabajo colectivo

La Universidad apoya los distintos proyectos académicos a través de los consejos divisionales.

Actualmente se cuenta con proyectos divisionales (SI001-19 y SI002-19) cuyos responsables y participantes son miembros del grupo proponente.

- a. Procurar la aprobación de nuevos proyectos académicos del área por parte del Consejo Divisional.
- b. Informar al Consejo Divisional los resultados académicos obtenidos a fin de garantizar la continuidad de los proyectos académicos del área.

8.3 Colaboración con otras áreas académicas de la UAM

- a. Mantener la vinculación con otras áreas de Investigación de la UAM.

En este momento los proponentes son participantes de proyectos de investigación vigentes (SI001-19 y SI002-19); así como de proyectos de docencia y difusión y preservación de la cultura recientemente propuestos. En el proyecto SI001-19 se han generado productos de trabajo conjuntos de Rafael López Bracho, Francisco Javier Zaragoza Martínez, Marco Antonio Heredia Velasco y Rodrigo Alexander Castro Campos con María Guadalupe Rodríguez Sánchez, Laura Elena Chávez Lomelí y Johana Luviano Flores, profesoras del Área Académica Combinatoria, Control y Optimización, del Departamento de Ciencias Básicas de la UAM Azcapotzalco. Mientras Ana Lilia Concepción Laureano Cruces y Martha Mora Torres han generado trabajos conjuntos con Lourdes Margarita Sánchez Guerrero, integrante del área de Sistemas Computacionales. Esto demuestra que el grupo proponente siempre ha colaborado con otras áreas para desarrollar su trabajo. El grupo seguirá colaborando con integrantes de esas áreas. De manera similar se ha trabajado con profesores del Departamento de Electrónica de la UAM Azcapotzalco (Eduardo Rodríguez Martínez) y en ocasiones con profesores de la UAM Iztapalapa.

Se tienen intercambios académicos con estos grupos que incluyen la dirección de tesis de doctorado y trabajo conjunto presentado en congresos y publicados en revistas de impacto internacional en el área.

8.4 Vinculación y colaboración

- a. Mantener la vinculación con equipos de investigación de instituciones nacionales y extranjeras.

Javier Ramírez Rodríguez y Ana Lilia Concepción Laureano Cruces han realizado trabajos conjuntos con Fernando de Arriaga Gómez de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) de Madrid, España, Mohamed El Alami Hassoun de la Escuela Nacional Superior de Agronomía de Toulouse (ENSAT), Francia, Gustavo de la Cruz Martínez del Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (ICAT) de la UNAM, Juan Manuel Torres Moreno del Laboratorio de Informática de la Universidad de

Avignon, Francia, Lorena Avendaño Garrido de la Universidad Veracruzana y Beatriz Bernábe Loranca de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Mientras Francisco Javier Zaragoza, Marco Antonio Heredia y Rodrigo Alexander Castro Campos han realizado trabajos conjuntos con Benno Hoch y Frauke Liers de la Universidad Friedrich-Alexander, Sarah Neumann del Instituto *Fraunhofer* para Circuitos Integrados; ambos de Núremberg, Alemania; Paul Horn y Mario López de la Universidad de Denver, Colorado, USA y Ruy Pérez Fabila del CINVESTAV del Instituto Politécnico Nacional.

Se tienen intercambios académicos con estos grupos que incluyen la dirección de tesis de doctorado y trabajo conjunto presentado en congresos y publicados en revistas de impacto internacional en el área.

8.5 Incorporación temporal o definitiva de integrantes

- a. Invitar a expertos de instituciones del sector público o privado a que compartan sus problemas abiertos con la finalidad de que profesores del área contribuyan en los mismos.
- b. Invitar a profesores jóvenes de otras instituciones, con doctorados afines, a que se incorporen a la UAM.

Actualmente Gustavo Antonio Sandoval Ángeles, profesor curricular con perfil y doctorado idóneo, es colaborador en el proyecto SI001-19 y los de docencia y difusión propuestos.

En la medida de la disposición de plazas, se procurará solicitar la contratación y en su caso invitar a que se incorporen al núcleo básico del área.

8.6 Mantenimiento, renovación y, en su caso, ampliación de la infraestructura y el equipo

El principal recurso material está representado por la tecnología computacional (computadoras, dispositivos de almacenamiento, periféricos, y *software* de programación y optimización especializado tanto propietario como libre). Actualmente se cuenta con una infraestructura tecnológica base que se irá enriqueciendo gradualmente con la actualización de equipo de cómputo. Algunos profesores tienen

acceso o son responsables de la administración de servidores adquiridos a través de proyectos financiados por la misma UAM o a través de financiamiento externo como el PROMEP. Para mayor detalle consultar el Anexo B, donde se especifica el equipo con el que se cuenta y los espacios físicos disponibles.

- a. Sugerir al Jefe de Departamento que se renueve el equipo de cómputo en la medida de la disponibilidad de recursos.
- b. Participar en las convocatorias de apoyos económicos externos a proyectos académicos.
- c. Sugerir al Jefe de Departamento que se mantenga el programa de Mantenimiento preventivo a los equipos de cómputo.

8.7 Captación de recursos externos

Participar en las convocatorias de organismos públicos y programas tales como Promep, SECIHTI, que sean fuentes de financiamiento para proyectos académicos del área.

- b) Participar en las convocatorias de organismos privados que sean fuentes de financiamiento para proyectos académicos del área.
- c) Participar en las convocatorias conjuntas de organismos públicos y privados tales como PROINNOVA que sean fuentes de financiamiento para proyectos del área.

8.8 Vinculación entre las actividades académicas

- a. Continuar impartiendo las siguientes UEA de licenciatura:
 - 1100113 Proyecto de Integración en Ingeniería en Computación I
 - 1100117 Proyecto de Integración en Ingeniería Industrial I
 - 1151038 Programación Estructurada
 - 1151040 Análisis y diseño de algoritmos
 - 1151042 Algoritmos y estructuras de datos
 - 1151064 Taller de análisis y diseño de algoritmos
 - 1151072 Laboratorio de Programación Orientada a Objetos
 - 1151076 Programación Visual Orientada a Eventos
 - 1152001 Investigación de operaciones I
 - 1152002 Investigación de operaciones II
 - 1153001 Probabilidad y estadística

- b. Impartir las UEA del Plan de estudios para la Licenciatura en Ingeniería en Computación íntimamente relacionados con la optimización combinatoria, ya sea obligatorias o parte del Perfil Curricular de Algoritmos e Inteligencia Artificial. En la siguiente lista, al lado de cada UEA, aparecen los nombres de proponentes del área que están habilitados para impartirla, recordando que la asignación de carga docente es una facultad del Jefe de Departamento.

1151045 Temas selectos de inteligencia artificial (Ana Lilia Concepción Laureano Cruces).

1151061 Complejidad computacional (Francisco Zaragoza, Rodrigo Alexander Castro Campos).

1151062 Inteligencia artificial (Ana Lilia Concepción Laureano Cruces).

1151063 Inteligencia computacional (Rodrigo Alexander Castro Campos).

1151067 Temas selectos de algoritmos (Francisco Zaragoza).

Nota: actualmente se encuentran en proceso modificaciones a los planes y programas de estudio de las ingenierías de la Universidad.

- c. Dirigir proyectos de integración y servicios sociales de estudiantes de las licenciaturas en Ingeniería en Computación e Ingeniería Industrial (una relación de este tipo de vinculación se muestra en el Anexo A).

- d. Continuar impartiendo las UEA del Plan de estudios del Posgrado en Optimización íntimamente relacionados a la optimización combinatoria, ya sean obligatorias u optativas.

1158063 Programación matemática

1158064 Métodos de búsqueda dirigida

1158065 Laboratorio de optimización

1158066 Programación lineal

1158068 Programación entera

1158070 Optimización en redes

1158071 Algoritmos de búsqueda local

1158072 Algoritmos evolutivos

1158073 Ingeniería cognitiva

- e. Dirigir tesis de maestría y doctorado de la UAM Azcapotzalco y de otros centros de educación superior como el Centro de Investigación en Computación del IPN, el CINVESTAV y la UNAM (productos que muestran la vinculación de la investigación con la docencia y difusión se muestran en el Anexo A).

8.9 Difusión de los resultados parciales y finales de los proyectos del programa

Entre las estrategias que los miembros del área han utilizado para difundir sus resultados parciales de los resultados de los proyectos del programa y que se espera darles continuidad están:

- Presentar ponencias en seminarios, simposios y congresos nacionales e internacionales.
- Organizar seminarios, simposios y congresos nacionales e internacionales.
- Publicar en memorias, libros y revistas.
- Publicar material didáctico de UEA

Entre las estrategias que los miembros del área han utilizado para presentar los resultados finales de los proyectos del programa y que se espera darles continuidad están:

- Publicar en revistas indizadas.
- Participar en congresos internacionales.
- Publicar capítulos de libros.

Una estrategia que se ha utilizado para obtener resultados en colaboración con alumnos de licenciatura y posgrado es a través de su participación en proyectos de integración y tesis dirigidos por integrantes del área en temas acordes con los objetivos de la misma. Los resultados obtenidos se difunden por medio de presentaciones de ponencias en congresos y publicaciones en medios digitales o impresos. Esto ya ha venido sucediendo y se espera un incremento en la matrícula de Ingeniería en Computación y el Posgrado en Optimización.

Evidencia de ello se encuentra en el Anexo A, donde se muestra concordancia entre la docencia, investigación y la publicación de resultados.

8.10 Autoevaluación periódica del Área

La autoevaluación periódica se realiza a través de las metas de los distintos proyectos académicos.

- Lograr que cada uno de los investigadores del área tengan reconocimiento del SNII (3 años).
- Publicar más de 7 artículos en revistas indizadas (1 año).
- Mantener el reconocimiento de perfil deseable ante PROMEP de todos los integrantes del área (1 año).
- Obtener el premio a las áreas (5 años).
- Incrementar en un 25% el número de proyectos terminales en temas de investigación dirigidos a estudiantes de licenciatura (2 años).
- Graduar más de 5 estudiantes de maestría en temas de Optimización (3 años).
- Graduar más de 1 estudiante de doctorado en temas de Optimización (3 años).
- Establecer un convenio con una institución educativa para el intercambio de investigadores y estudiantes. (dos años)
- Mantener la producción académica del área (1 año)
- Abrir tres cursos de temas selectos a nivel licenciatura en temas de optimización. (1 año) recordando que la asignación de carga docente es facultad del Jefe de Departamento.
- Crear una herramienta didáctica para la enseñanza de métodos de optimización con técnicas metaheurísticas (1 año).
- Llevar a cabo reuniones trimestrales de seguimiento de los proyectos académicos.
- Presentar al Consejo Divisional cada año un informe de resultados de sus programas y proyectos académicos (desde 2023 se han presentado informes anuales ante el Consejo Divisional de los proyectos SI001-19 y SI002-19).

- Definir indicadores para verificar el cumplimiento de cada una de las metas planteadas.

8.11 Otros aspectos relevantes

- Coordinar proyectos de Servicio social para apoyar las actividades académicas del área.
- Integrar a los ayudantes de profesores a los proyectos académicos del área.
- Realizar actividades de difusión de los temas de optimización matemática.
- Buscar convenios para el intercambio de alumnos y profesores con otras instituciones.
- Fortalecer el servidor que actualmente se tiene para apoyo de docencia e investigación.

ANEXO A: Productos de los proponentes de 2020 al 2024

2020

Número	Título del trabajo	Tipo	Participante(s) o autores	Clave de proyecto de incidencia
1	Propuesta de herramienta de pronósticos para dispositivos móviles	Proyecto de integración (Licenciatura)	Rafael López Bracho	SI001-19
2	Estudio de simulación-optimización para el inventario de un sistema de bicicletas compartidas	Tesis de Doctorado del Posgrado de Optimización	Rafael López Bracho	Proyectos del Posgrado de Optimización
3	Programación de trabajos en área de capitoneado en una empresa de colchones	Proyecto de Maestría	Javier Ramírez Rodríguez	SI001-19
4	Retiro de una bomba mediante la colaboración de robots	Proyecto de Maestría	Marco Antonio Heredia Velasco	Proyectos del Posgrado de Optimización
5	Planeación de evaluaciones de recuperación en la Universidad Autónoma Metropolitana	Proyecto de Maestría	Francisco Javier Zaragoza Martínez	Proyectos del Posgrado de Optimización
6	Planeación de rutas de distribución óptimas con abastecimiento de combustible	Proyecto de Maestría	Francisco Javier Zaragoza Martínez	Proyectos del Posgrado de Optimización
7	Geometric Eulerian augmentation problem	Proyecto de Maestría	Francisco Javier Zaragoza Martínez	Sabático (FAU-Alemania)
8	The clique problem under series-parallel dependencies	Proyecto de Maestría	Francisco Javier Zaragoza Martínez	Sabático (FAU-Alemania)
9	Metaheuristic approaches for the treatment of Multi-Objective optimization problems in Process Engineering	Proyecto de Doctorado	Antonin Sébastien Ponsich	Sabático (INP Toulouse, Francia)
10	Comportamiento de niños con Trastorno del	Proyecto de Doctorado	Ana Lilia Concepción Laureano Cruces	SI002-19 y colaboración con

Optimización Combinatoria

	Espectro Autista (TEA) en el uso de sus funciones ejecutivas suscitadas a partir de interacciones cognitivas con un robot humanoide			el Posgrado de CyAD
11	Estimation of the Expected Value of the Arrival Epochs Given a Bounded Period of Observation for the Homogeneous and Non-Homogeneous Poisson Processes	Artículo	Héctor Gómez Márquez, Adrián Ramírez-Nafarrate, Rafael López-Bracho	Tesis de Doctorado del Posgrado de Optimización (producto 2)
12	A New Hybrid Evolutionary Algorithm for the Treatment of Equality Constrained MOPs	Artículo	O. Cuate, A. Ponsich, L. Uribe, S. Zapotecas-Martínez, A. Lara, O. Schütze	Proyecto externo (sabático)
13	On the Analysis of Hyper-Parameter Space for a Genetic Programming System with Iterated F-Race	Artículo	L. Trujillo, E. Álvarez González, E. Galván, J.J. Tapia, A. Ponsich	Proyecto externo (sabático)
14	On the use of gradient-based repair method for solving constrained multiobjective optimization problems - A comparative study	Capítulo de libro	V. Cantú Medrano, A. Ponsich, C. Azzaro-Pantel	Proyecto externo (sabático)
15	Multi-Objective Evolutionary Algorithm based on Decomposition (MOEA/D) for Optimal Design of Hydrogen Supply Chains	Memoria	V.H. Cantú, C. Azzaro-Pantel, A. Ponsich	Proyecto externo (sabático)
16	Constraint Handling within MOEA/D Through an Additional Scalarizing Function	Memoria	S. Zapotecas Martínez, A. Ponsich	Proyecto externo (sabático)
17	Postman problems on series-parallel mixed graphs	Artículo	Francisco Javier Zaragoza Martínez	Proyecto sabático
18	Plowing with precedence in polynomial time	Artículo	Rodrigo A. Castro Campos, Cynthia A. Rodríguez Villalobos,	Colaboración con otros proyectos

			Francisco Javier Zaragoza Martínez	
19	On optimal coverage of a tree with multiple robots	Artículo	I.Aldana-Galván, J.C.Catana-Salazar, J.M.Díaz-Báñez, F.Duque, R.Fabila-Monroy, M.A.Heredia, A.Ramírez-Vigueras, J.Urrutia	Colaboración con otros proyectos
20	Interaction between children of the autism spectrum and a humanoid robot modulated by levels of consciousness	Artículo	M. Luz Palacios-Villavicencio, Ana Lilia Laureano-Cruces, José Aníbal Arias- Aguilar, Roberto Falcón-Bretado	SI002-19
21	The abstract concepts and SPHERO	Artículo	Ana Laureano-Cruces, Gustavo De La Cruz-Martínez, Javier Ramírez-Rodríguez	SI002-19 y colaboración con el Posgrado de CyAD
22	Are animals conscious?	Artículo	Ana Lilia Laureano-Cruces, Susana L. Valadéz-Gómez, Erick I. Medina-Salas, Raúl González-Cruz, Emiliano Ramírez-Laureano, Oscar Romero-Villagrana	SI002-19
23	Artificial intelligence: Milestones and Currents	Artículo	Ana Lilia Laureano-Cruces, Mohamed El Alami, Fernando de Arriaga, Javier Ramírez-Rodríguez, Lourdes Sánchez-Guero	SI002-19
24	Multi-Objective Evolutionary Algorithm based on Decomposition (MOEA/D) for optimal design of hydrogen supply chains	30th European Symposium of Computer-Aided Process Engineering (ESCAPE'30). Online-internacional	V.H. Cantú Medrano, C. Azzaro-Pantel, A. Ponsich	Proyecto externo (sabático)
25	Constraint Handling within MOEA/D Through an Additional Scalarizing Function	Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO'2020).	S. Zapotecas Martínez, A. Ponsich	Proyecto externo (sabático)

		Online-internacional		
26	Optimal design of hydrogen supply chains by a multiobjective evolutionary algorithm based on decomposition (MOEA/D)	21ème congrès annuel de la société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision (ROADEF'2020). Montpellier, Francia (nacional)	V.H. Cantú Medrano, C. Azzaro-Pantel, A. Ponsich	Proyecto externo (sabático)
27	An epsilon-constraint method for the multi-objective optimization of stand-alone electrification systems for isolated communities	XXIV Congreso de Ingeniería de Organización. Online-nacional	A. Ponsich, B. Domenech, L. Ferrer-Martí, A. García-Villoria, M. Juanpera Gallel, R. Pastor	SI002-19 y Proyecto externo (sabático)
28	Comparison of archive pruning strategies for the multi-objective optimization of stand-alone electrification systems	Workshop on Numerical and Evolutionary Optimization. Online-nacional	A. Ponsich, B. Domenech, L. Ferrer-Martí, García-Villoria, R. Pastor	SI002-19 y Proyecto externo (sabático)
29	Approximation Algorithms for the Traveling Repairman Problem on the Line	ADA Day. Nurenberg, Alemania (nacional)	Cynthia Rodríguez y Francisco Zaragoza	Proyecto sabático
30	The Non-Stop Disjoint Trajectories Problem	Deutsche Mathematiker Vereinigung Jahrestagung (DMV 2020). Chemnitz, Alemania (nacional)	Benno Hoch, Frauke Liers, Sarah Neumann y Francisco Zaragoza	Colaboración con otros proyectos

2021

Número	Título del trabajo	Tipo	Participante(s) o autores	Clave de proyecto de incidencia
1	Coloración de gráficas vía “Resolution search”	Proyecto de Servicio social (Licenciatura)	Javier Ramírez Rodríguez	SI001-19

2	Creación de material educativo digital para cursos de programación	Proyecto de Servicio social (Licenciatura)	Rodrigo Alexander Castro Campos	Proyecto de Ingeniería en Computación
3	Videojuego combinatorio sobre mover robots sin colisiones en una recta	Proyecto de integración - en proceso (Licenciatura)	Francisco Javier Zaragoza Martínez y Rodrigo Alexander Castro Campos	Proyecto de Ingeniería en Computación
4	Distribución óptima de centros de vacunación	Proyecto de integración - concluido (Licenciatura)	Francisco Javier Zaragoza Martínez y Rodrigo Alexander Castro Campos	Proyecto de Ingeniería en Computación
5	Simulador visual web de código escrito en C	Proyecto de Integración - concluido (Licenciatura)	Rodrigo Alexander Castro Campos	Proyecto de Ingeniería en Computación
6	Sistema experto web para ejercicio físico	Proyecto de Integración - concluido (Licenciatura)	Rodrigo Alexander Castro Campos	Proyecto de Ingeniería en Computación
7	Sistema web para la impartición de cursos de programación con revisión remota de código	Proyecto de Integración - concluido (Licenciatura)	Rodrigo Alexander Castro Campos	Proyecto de Ingeniería en Computación
8	Cálculo de matrices intercaladas óptimas	Proyecto de Maestría (en proceso)	Francisco Javier Zaragoza Martínez y Rodrigo Alexander Castro Campos	Proyecto del Posgrado de Optimización
9	Coloración en gráficas de proximidad	Proyecto de Maestría (en proceso)	Laura Elena Chávez Lomelí, Marco Antonio Heredia Velasco	SI001-19
10	Programación de trabajos en el área de capitoneado en una empresa de colchones	Proyecto de Maestría (concluido)	Javier Rodríguez y Ana Lilia Concepción Laureano Cruces	SI001-19
11	Visualización de conceptos abstractos en programación	Capítulo de libro	Alberto Yáñez-Castillo, Ana L. Laureano-Cruces,	SI002-19 y colaboración con

			Gustavo De La Cruz-Martínez	el Posgrado de CyAD
12	La visualización en la astrofísica como aproximación a la innovación teórica	Capítulo de libro	Eric O. Torres-Velasco, Ana L. Laureano-Cruces, Alfredo J. Santillán-González	SI002-19 y colaboración con el Posgrado de CyAD
13	The Importance of the Journey Map in the Design of a Playful Interactive-Interface	Artículo	Eric Torres-Velasco, Ana Lilia Laureano-Cruces, Gustavo de la Cruz-Martínez, Lourdes Sánchez-Guerrero	SI002-19 y colaboración con el Posgrado de CyAD
14	Dispositivo de movilidad urbana para usuarios de sillas de ruedas en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)	Artículo	Israel Garduño Bonilla, Emilio Martínez de Velasco y Arellano, Ana Lilia Laureano-Cruces	SI002-19 y colaboración con el Posgrado de CyAD
15	Interfaces Inteligentes y Emociones	Artículo	Ana Lilia Laureano-Cruces, Gustavo De La Cruz-Martínez, Lourdes Sánchez-Guerrero, Javier Ramírez-Rodríguez	SI002-19
16	On the Laplacian Spectra of Token Graphs	Artículo	Cristina Dalfó, Frank Duque, Ruy Fabila, Miquel Fiol, Clemens Huemer, Ana Trujillo y Francisco Zaragoza	SI001-19
17	A simulation-optimization study of the inventory of a bike-sharing system: The case of Mexico City Ecobici's system	Artículo	Héctor R. Gómez Márquez, Rafael López Bracho, Adrián Ramírez-Nafarrate	Proyecto del Posgrado de Optimización
18	Dispositivo de movilidad urbana para usuarios de sillas de ruedas en la Zona Metropolitana del	3er. Congreso Internacional de Arquitectura y Diseño	Israel Garduño Bonilla, Emilio Martínez de Velasco y Arellano, Ana Lilia Laureano-Cruces	SI002-19 y colaboración con el Posgrado de CyAD

	Valle de México (ZMVM)			
19	Humanos Virtuales en Educación	Congreso Avances de las Mujeres en las Ciencias, las Humanidades y todas las disciplinas. Medio Ambiente, riesgo, vulnerabilidad y cambio climático	Ana Lilia Laureano-Cruces, Emiliano Ramírez-Laureano, Lourdes Sánchez-Guererro, Javier Ramírez-Rodríguez	SI002-19
20	Uso de Affrodances emocionales para interacciones de niños con un robot humanoide	Congreso Avances de las Mujeres en las Ciencias, las Humanidades y todas las disciplinas. Medio Ambiente, riesgo, vulnerabilidad y cambio climático	Ma. De La Luz Palacios Villavicencio, Ana Lilia Laureano-Cruces	SI002-19
21	Los modos de pensar en los alumnos de la UEA de Programación Estructurada de CBI de la UAM-A en el Proyecto Emergente de Enseñanza Remota (PEER)	VII Congreso Internacional de Avances de las Mujeres en las Ciencias, las Humanidades y todas las Disciplinas: Vida y Educación en el Contexto del Covid-19	Lourdes Sánchez-Guerrero, Martha Mora-Torres, Javier Ramírez-Rodríguez, Mariem Henaine-Abed	SI002-19
22	Algoritmo exacto para el problema de coloración robusta	IX Congreso de la Sociedad Mexicana de Investigación de Operaciones	Javier Ramírez Rodríguez, Luis Eduardo Urbán Rivero, Ana Lilia Laureano Cruces, Laura Elena Chávez Lomelí, María Guadalupe Rodríguez Sánchez,	SI001-19

			Rafael López Bracho y Johana Luviano Flores	
23	The Non-Stop Disjoint Trajectories Problem	SIAM Conference on Optimization (OP21)	Benno Hoch, Frauke Liers, Sarah Neumann y Francisco Zaragoza	SI001-19
24	Some results on the Laplacian spectra of token graphs	European Conference on Combinatorics, Graph Theory, and Applications (Eurocomb 2021)	Cristina Dalfó, Frank Duque, Ruy Fabila, Miquel Fiol, Clemens Huemer, Ana Trujillo y Francisco Zaragoza	SI001-19
25	Planeación de rutas de distribución óptimas con abastecimiento de combustible	XI Congreso de la Sociedad Mexicana de Investigación de Operaciones (CSMIO 2021)	Carlos Mendieta, Rodrigo Castro y Francisco Zaragoza	Proyecto del Posgrado de Optimización
26	Laplacian spectrum of token graphs	CombinaTexas 2021	Cristina Dalfó, Frank Duque, Ruy Fabila, Miquel Fiol, Clemens Huemer, Ana Trujillo y Francisco Zaragoza	SI001-19
27	Espectro laplaciano de las gráficas de fichas	XXXVI Coloquio de Teoría de las Gráficas, Combinatoria y sus Aplicaciones	Cristina Dalfó, Frank Duque, Ruy Fabila, Miquel Fiol, Clemens Huemer, Ana Trujillo y Francisco Zaragoza	SI001-19
28	Planeación de rutas de distribución óptimas con abastecimiento de combustible	XXXVI Coloquio de Teoría de las Gráficas, Combinatoria y sus Aplicaciones	Carlos Mendieta, Rodrigo Castro y Francisco Zaragoza	Proyecto del Posgrado de Optimización
29	Visualización de la Información y el Motor de Inferencia en Sistemas Inteligentes	2o. Coloquio. Reflexiones en torno al Diseño y la Visualización de la Información	Martha Mora Torres	Colaboración con el Posgrado de CyAD
30	Humanos Virtuales y Ética Digital	Conferencia Magistral en	Ana Lilia Laureano Cruces	SI002-19

		Seminario Encuentros Interdisciplinarios en las Entidades Económicas. Perspectivas y Análisis desde el Diseño, la Mercadotecnia y la Tecnología		
31	IDE en Línea	Desarrollo de paquetes computacionales	Rodrigo Alexander Castro Campos	Proyecto de Ingeniería en Computación

2022

Número	Título del trabajo	Tipo	Participante(s) o autores	Clave de proyecto de incidencia
1	Creación de material educativo digital para cursos de programación	Proyecto de Servicio social (Licenciatura)	Rodrigo Alexander Castro Campos	Proyecto de Ingeniería en Computación
2	Un algoritmo para el problema de completar un grafo plano euleriano	Proyecto de integración – concluido (Licenciatura)	Francisco Javier Zaragoza Martínez y Rodrigo Alexander Castro Campos	SI001-19
3	Propuestas de mejoras en el departamento de producción y maquilas de una empresa de artes gráficas	Proyecto de integración – concluido (Licenciatura)	Rafael Bracho López	Proyecto de Ingeniería Industrial
4	Control de procesos en el área de almacén de una empresa comercializadora y fabricante de productos de sellado estático	Proyecto de integración – en proceso (Licenciatura)	Rafael Bracho López	Proyecto de Ingeniería Industrial

5	Sistema de gestión y análisis de asignaciones docentes para la DCBI	Proyecto de Integración - concluido (Licenciatura)	Rodrigo Alexander Castro Campos	Proyecto de Ingeniería en Computación
6	Recomendación de inscripción para el boligrama interactivo de CBI	Proyecto de Integración - concluido (Licenciatura)	Rodrigo Alexander Castro Campos	Proyecto de Ingeniería en Computación
7	Cálculo de matrices intercaladas óptimas	Proyecto de Maestría (concluido)	Francisco Javier Zaragoza Martínez y Rodrigo Alexander Castro Campos	Proyecto del Posgrado de Optimización
8	Coloración en gráficas de proximidad	Proyecto de Maestría (en proceso)	Laura Elena Chávez Lomelí, Marco Antonio Heredia Velasco	SI001-19
9	Visualization through qualitative reasoning: an interactive interface	Artículo	Ana Lilia Laureano Cruces, Eric Omar Torres Velasco, Alfredo J. Santillán González, Lourdes Sánchez-Guerrero	SI002-19
10	User experience and new forms of interaction	Artículo	Gustavo de la Cruz-Martínez, Ana Lilia Laureano Cruces, Eric Omar Torres Velasco, Lourdes Sánchez Guerrero	SI002-19
11	Algorithms for the clique problem with multiple-choice constraints under series-parallel dependency graphs	Artículo	Andreas Bärmann, Patrick Gemander, Maximilian Merkert, Ann-Kathrin Wiertz y Francisco Zaragoza	SI001-19
12	A simple greedy heuristic for site specific management zone problem	Artículo	Luis Eduardo Urbán Rivero, Jonás Velasco y Javier Ramírez Rodríguez	SI001-19

13	Modelo cognitivo de una pelea de kickboxing	Capítulo de libro	Ana Lilia Laureano-Cruces, Martha Mora-Torres, Giovanni Manuel López Elisea, Javier Ramírez Rodríguez Javier	SI002-19
14	Interfaces inteligentes – Humanos virtuales	Capítulo de libro	Ana Lilia Laureano Cruces, Gustavo de la Cruz Martínez, Erick Iván Medina Salas, Emiliano Ramírez Laureano	SI002-19
15	Euclidean bipartite edge cover in subcubic time	Memoria	Rodrigo Castro, José Miguel Díaz Báñez, Marco A. Heredia, Jorge Urrutia, Inmaculada Ventura y Francisco Zaragoza	SI001-19
16	Analysis of the behavior of tourism in Mexico during the COVID-19 pandemic using optimization and complex networks approaches	X Congreso de la Sociedad Mexicana de Investigación de Operaciones	Edwin Montes Orozco, Gilberto Sinuhé Torres Cockrell, Román Anselmo Mora Gutiérrez y Javier Ramírez-Rodríguez	SI001-19
17	Heurística glotona para el problema de zonificación agrícola	X Congreso de la Sociedad Mexicana de Investigación de Operaciones	Luis Eduardo Urbán Rivero, Javier Ramírez Rodríguez y Jonás Velasco	SI001-19
18	Euclidean bipartite edge cover in subcubic time	38th European Workshop on Computational Geometry (EuroCG2022)	Rodrigo Castro, José Miguel Díaz Báñez, Marco A. Heredia, Jorge Urrutia, Inmaculada Ventura y	SI001-19

			Francisco Zaragoza	
19	Chinese Postman Problem (Plowing with Precedence)	Séminaire scientifique DCBrain	Francisco Zaragoza	SI001-19
20	Online Algorithms for Tree Coverage	4th Workshop on Arc Routing Problems (WARP4)	Rodrigo Castro, José Miguel Díaz Báñez, Marco A. Heredia, Jorge Urrutia, Inmaculada Ventura y Francisco Zaragoza	SI001-19
21	Acoplamientos en gráficas geométricas	Seminario UAM de Matemáticas Aplicadas y Discretas (SUMAD)	Francisco Zaragoza	SI001-19
22	El problema de la coloración robusta	Escuela de Primavera en Investigación de Operaciones; en el CIMAT, Unidad Aguascalientes; el 8 de abril de 2022	Javier Ramírez Rodríguez	SI001-19
23	Algoritmo de Chvátal alternativa a enumeración implícita	Seminario del CIMAT; en el CIMAT, Unidad Aguascalientes; el 15 de junio de 2022	Javier Ramírez Rodríguez	SI001-19
24	Algoritmo de Chvátal alternativa a enumeración implícita	SCIO 2022; en el CIMAT, Unidad Aguascalientes; el 15 de junio de 2022	Javier Ramírez Rodríguez	SI001-19
25	Sistema de rectificación de calificaciones	Paquete computacional	Rodrigo Alexander Castro Campos	Proyecto de Ingeniería en Computación

26	Boligrama Interactivo Personalizado	Patente de Desarrollo Tecnológico	Rodrigo Alexander Castro Campos y Francisco Zaragoza Martínez	Proyecto de Ingeniería en Computación
----	-------------------------------------	-----------------------------------	---	---------------------------------------

2023

Número	Título del trabajo	Tipo	Participante(s) o autores (o asesores)	Clave de proyecto de incidencia
1	Aplicación Móvil de Apoyo para Estudiantes del Programa de Promoción de Educación Abierta (PEA)-junio 2023.	Proyecto de Integración (concluido)	Cesar Isaac Cruz Morales (Martha Mora Torres y M. de Lourdes Sánchez Guerrero)	Proyecto de Licenciatura en Ingeniería en Computación
2	Estimación de las distancias extremas promedio en una nube de puntos (agosto 2023)	Proyecto de Integración (concluido)	O. Ramírez Ramírez (Marco Antonio Heredia Velasco y Francisco Zaragoza Martínez)	SI001-19
3	Control de procesos en el área de almacén de una empresa comercializadora y fabricante de productos de sellado estático (septiembre 2023)	Proyecto de Integración (concluido)	Luis Enrique Martínez Mancines (Rafael López Bracho)	Proyecto de Licenciatura de Ingeniería Industrial
4	Aplicación móvil para reportar fugas de agua (2023)	Proyecto de Integración (concluido)	(Rodrigo Alexander Castro Campos)	Proyecto de Licenciatura en Ingeniería en Computación

5	Juez en línea de agentes de software para juegos de suma cero (2023)	Proyecto de Integración (concluido)	(Francisco Zaragoza Martínez y Rodrigo Alexander Castro Campos)	Proyecto de Licenciatura en Ingeniería en Computación
6	Sistema de firma digital de documentos (2023)	Proyecto de Integración (concluido)	(Rodrigo Alexander Castro Campos)	Proyecto de Licenciatura en Ingeniería en Computación
7	Modelado de comportamientos de aves presas y depredadoras utilizando la teoría OCC (Licenciatura en Ingeniería en Computación. Octubre 2023)	Proyecto de Integración (concluido)	Ricardo Céspedes Valle y André Navarro Bárcenas (Martha Mora Torres y Ana Lilia Concepción Laureano Cruces)	SI002-19
8	Sistema de Tutorías	Proyecto de Servicio Social (concluido)	Emanuel Jiménez Lescas, Óscar Alexis García García (Rodrigo Alexander Castro Campos)	Proyecto de Licenciatura en Ingeniería en Computación
9	Monitoreo con drones en gráficas con viento dinámico (2023)	Tesis de Posgrado (en proceso)	(Marco Antonio Heredia Velasco y Rodrigo Alexander Castro Campos)	Proyecto de Maestría en Optimización

10	Algorithms for the Clique Problem with Multiple-Choice Constraints under Series-Parallel Dependency Graphs (Discrete Applied Mathematics. Volumen 324, 145-166, UDLAP. Octubre 2023)	Artículo	A. Bärmann, P. Gemander, M. Merkert, A. Wiertz, Francisco Zaragoza Martínez	SI001-19
11	A New Model for Spreading Malware over SMS Using Network Automata (<i>Communications and Network</i> . Vol. 15, No. 4, pp. 120-143. 2023 .https://www.scirp.org/journal/cn. ISSN Online: 1947-3826, ISSN Print: 1949-2421. DOI: 10.4236/cn.2023.154008)	Artículo	Medina Salas, E. I., Ana Lilia Concepción Laureano Cruces. & Lárraga Ramírez, M. E	SI002-19
12	Extending protein interaction networks using proteoforms and small molecules (<i>Bioinformatics</i> . Reino Unido, octubre 2023. ISSN: 1367-4811).	Artículo	Luis Francisco Hernández Sánchez, Bram Burger, Rodrigo Alexander Castro Campos, Stefan Johansson, Pål Rasmus Njølstad, Harald Barsnes, Marc Vaudel	Colaboración con universidades extranjeras
13	Constrained Many-to-Many Point Matching in Two Dimensions (<i>Optimization Letters</i> . Alemania, diciembre 2023. ISSN: 1862-4480).	Artículo	José Miguel Díaz, Inmaculada Ventura, Marco Heredia, Francisco Zaragoza, Rodrigo Castro,	Colaboración con universidades nacionales y extranjeras

			Jorge Urrutia, Luis Evaristo	
14	Artificial Intelligence, a Singular Technology: Paradigms, and Models (<i>Innovations in Chemical and Materials Sciences</i> . Vol. 2, pp. 19–59. 2023. https://doi.org/10.9734/bpi/cicms/v2/6187B . Print ISBN: 978-81-966927-3-5. eBook ISBN: 978-81-966927-2-8. Ed. BP International)	Capítulo de libro	El Alami, M., Ana Lilia Concepción Laureano Cruces, De Arriaga, F., Javier Ramírez Rodríguez & Sánchez Guerrero, M. de L.	SI002-19
15	Aplicación tecnológica para enfrentar los desafíos de los cursos del Programa de Educación Abierta (PEA) durante la pandemia COVID 19 (<i>Innovación de la Informática en México: Soluciones para alcanzar las metas de Desarrollo Sostenible</i> . ISBN en trámite)	Capítulo de libro	Cesar Isaac Cruz Morales, Martha Mora Torres, M. de Lourdes Sánchez Guerrero, Ana Lilia Concepción Laureano Cruces	Proyecto de Licenciatura en Ingeniería en computación
16	Limpiando nieve con precedencia (Seminario de métodos matemáticos y algorítmicos. Cinvestav, abril 2023)	Seminario	Francisco Javier Zaragoza Martínez	Colaboración con instituciones nacionales
17	Constraint Satisfaction Method in Natural Language Processing Problems (XXIV International Symposium of Mathematical Methods Applied to Sciences. Guanacaste Campus, Liberia, University of Costa Rica, febrero 2023))	Simpósio	Javier Ramírez-Rodríguez, Juan Manuel Torres Moreno, Ana Lilia Concepción Laureano Cruces,	SI002-19

			Beatriz Bernábe Loranca	
18	Efectos de la Pandemia Covid 19 en el Desempeño Académico de los/las Estudiantes De CBI en la UAM-Azcapotzalco (VIII Congreso Internacional de las Mujeres en las Ciencias, las Humanidades y todas las Disciplinas, agosto 2023)	Congreso	Mariem Henaine- Abed, Lourdes Sánchez Guerrero, Ana Lilia Concepción Laureano Cruces, Martha Mora Torres, Javier Ramírez Rodríguez	Proyecto de Licenciatur a en Ingeniería en Computació n
19	Aplicación tecnológica para enfrentar los desafíos de los cursos del Programa de Educación Abierta (PEA) durante la pandemia Covid 19 (VIII Congreso Internacional de las Mujeres en las Ciencias, las Humanidades y todas las Disciplinas, agosto 2023)	Congreso	Cesar Isaac Cruz Morales, Martha Mora Torres, M. de Lourdes Sánchez Guerrero, Ana Lilia Concepción Laureano Cruces, Javier Ramírez Rodríguez	Proyecto de Licenciatur a en Ingeniería en computació n
20	El problema de ruteo sobre arcos con capacidad: Modelos y métodos de solución (XI CSMIO 2023).	Congreso	J. Velasco, Luis Eduardo Urbán Rivero	SI001-19
21	Inmortalidad Digital (Taller de Inteligencia Artificial en el IIMAS-UNAM, noviembre 2023)	Conferencia	Ana Lilia Concepción Laureano Cruces	SI002-19

22	4th Reunion of Optimization, Mathematics, and Algorithms (Octubre 2023. Evento especializado de investigación) https://academicos.azc.uam.mx/heredia/ROMA/2023/	Evento organizado	Rodrigo Alexander Castro Campos, Marco Antonio Heredia Velasco y Francisco Javier Zaragoza Martínez	SI001-19
23	XVIII Concurso de Programación de la UAM "Luis Erick González Moreno" (noviembre 2023)	Evento organizado (virtual)	Rodrigo Alexander Castro Campos, Marco Antonio Heredia Velasco y Francisco Javier Zaragoza Martínez	Licenciatura en Ingeniería en Computación y Posgrado de Optimización
24	XIX Concurso de Programación de la UAM "Luis Erick González Moreno" (diciembre 2023)	Evento organizado (virtual)	Rodrigo Alexander Castro Campos, Marco Antonio Heredia Velasco y Francisco Javier Zaragoza Martínez	Licenciatura en Ingeniería en Computación y Posgrado de Optimización
25	Juez en línea interactivo	Paquete computacional	Rodrigo Alexander Castro Campos	Proyecto de Licenciatura en Ingeniería en Computación

26	Sistema de tutorías para la DCBI	Paquete computacional	Rodrigo Alexander Castro Campos, Emanuel Jiménez Lescas, Óscar Alexis García García	Proyecto de Licenciatura en Ingeniería en Computación
27	Problemas de programación con evaluación automática	Software evaluador	Rodrigo Alexander Castro Campos	Proyecto de Licenciatura en Ingeniería en Computación
28	Actualización del material didáctico de Algoritmos y Estructuras de Datos	Aula virtual	Francisco Javier Zaragoza Martínez	Licenciatura en Ingeniería en Computación
29	Problemas y material para enseñanza virtual de Programación. Estructurada	Aula virtual	Marco Antonio Heredia Velasco	Licenciatura en Ingeniería en Computación
30	Actualización de apuntes del curso de Probabilidad y Estadística	Aula virtual	Rafael López Bracho	Licenciatura en Ingeniería en Computación
31	Actualización de apuntes del curso de Investigación de Operaciones I	Aula virtual	Rafael López Bracho	Licenciatura en Ingeniería en Computación

32	Actualización de apuntes de Optimización Combinatoria	Aula virtual	Rafael López Bracho	Licenciatura en Ingeniería en Computación
33	Actualización del material didáctico del curso de Programación Estructurada	Aula virtual	Martha Mora Torres	Licenciatura en Ingeniería en Computación
34	Actualización del material didáctico del curso de Programación Visual Orientada a Eventos	Aula virtual	Martha Mora Torres	Licenciatura en Ingeniería en Computación

2024

Número	Título del trabajo	Tipo	Participante(s) o autores (o asesores)	Clave de proyecto de incidencia
1	Interfaz gráfica para resolver un laberinto dinámico	Proyecto de Integración (concluido)	Emilio Solís González (Francisco Javier Zaragoza Martínez y Laura Elena Chávez Lomelí – colaboradora del área)	Proyecto de Licenciatura en Ingeniería en Computación
2	Generación y resolución de niveles de un videojuego de plataformas usando redes neuronales	Proyecto de Integración (concluido)	Óscar Alexis García García (Rodrigo Alexander Castro Campos)	Proyecto de Licenciatura en Ingeniería en Computación

3	Heurísticas para el juego "El Coyote"	Proyecto de Integración (concluido)	Citlalli Itzel Santiago Palmero (Francisco Javier Zaragoza Martínez y Marco Antonio Heredia Velasco)	Proyecto de Licenciatura en Ingeniería en Computación
4	Buscaminas multijugador en línea contra agentes o humanos	Proyecto de Integración (concluido)	Marcos David Moo Hernández (Rodrigo Alexander Castro Campos)	Proyecto de Licenciatura en Ingeniería en Computación
5	Transpilador entre versiones del lenguaje de programación Karel	Proyecto de Integración (concluido)	Bryan Mendiola Correa (Francisco Zaragoza Martínez y Rodrigo Alexander Castro Campos)	Proyecto de Licenciatura en Ingeniería en Computación
6	Sistema de adquisición de datos para el lenguaje de señas mexicano	Proyecto de Integración (concluido)	Rigoberto Hernández Bautista y Nereyda Santiago Pérez (Martha Mora Torres y Ana Lilia Concepción Laureano Cruces)	Proyecto de Licenciatura en Ingeniería en Computación enmarcado en el proyecto SI002-19
7	Visualización de conceptos abstractos: estructuras de control	Proyecto de Integración (concluido)	Orlando Martín Pérez Hernández (Ana Lilia Concepción Laureano Cruces)	Proyecto de Licenciatura en Ingeniería en Computación

				ón enmarcad o en el proyecto SI002-19
8	Mejoras en una empresa dedicada a la venta y servicio de vehículos	Proyecto de Integración	(Rafael López Bracho)	Proyecto de Licenciatura de Ingeniería Industrial
9	Propuestas de mejora en el área de producción de una empresa ferretera	Proyecto de Integración	(Rafael López Bracho)	Proyecto de Licenciatura de Ingeniería Industrial
10	Mejoras para la gestión de los almacenes de mercancías y refacciones en una empresa distribuidora de gases industriales y medicinales.	Proyecto de Integración	(Rafael López Bracho)	Proyecto de Licenciatura de Ingeniería Industrial
11	Propuestas de mejora para una empresa manufacturera de envases de plástico	Proyecto de Integración	(Rafael López Bracho)	Proyecto de Licenciatura de Ingeniería Industrial
12	Propuesta para mejorar la producción de una empresa perteneciente a la rama metalmecánica.	Proyecto de Integración	(Rafael López Bracho)	Proyecto de Licenciatura de Ingeniería Industrial
13	Mejoras para un taller de mantenimiento de trenes eléctricos	Proyecto de Integración	(Rafael López Bracho)	Proyecto de Licenciatura de Ingeniería Industrial

14	Monitoreo con drones en gráficas con viento dinámico	Tesis de Posgrado (concluido)	Jovanni Manuel López Elisea (Francisco Javier Zaragoza Martínez y Rodrigo Alexander Castro Campos)	Proyecto de Maestría en Optimización
15	Optimización del corte de poliomínos en una base rectangular	Tesis de Posgrado (en proceso)	Octavio Ramírez Ramírez (Marco Antonio Heredia)	Proyecto de Maestría en Optimización
16	Modelos y algoritmos para el problema de ruteo periódico de vehículos con abastecimiento de combustible	Tesis de Posgrado (en proceso)	Carlos Aurelio Mendieta Robles (Francisco Javier Zaragoza Martínez y Rodrigo Alexander Castro Campos)	Proyecto de Doctorado en Optimización
17	Optimización de la planeación académica de la DCBI Azcapotzalco	Tesis de Posgrado (en proceso)	Jovanni Manuel López Elisea (Rodrigo Alexander Castro Campos)	Proyecto de Doctorado en Optimización
18	Triangulaciones y cuadrangulaciones de superficies	Tesis de Posgrado (en proceso)	Gloria Aguilar Cruz (Francisco Javier Zaragoza Martínez)	Proyecto de Doctorado en Optimización
19	Diseño y desarrollo de una plataforma web educativa con gamificación y sugerencias de estudio	Tesis de Posgrado (en proceso)	Christian Lizbeth Noguez Moreno (Ana Lilia Concepción Laureano Cruces y Martha Mora Torres)	Proyecto de Doctorado en Diseño y Visualización de la Información

				n y SI002-19
20	Aplicación de Biomimesis y Diseño Generativo en el desarrollo de guantes rígidos para corredores de pista en silla de ruedas	Tesis de Posgrado (en proceso)	Israel Garduño Bonilla (Ana Lilia Concepción Laureano Cruces)	Externo
21	CBI1210 - Seguimiento de las actividades académicas de la Coordinación del Posgrado en Optimización	Servicio social	Miguel Ángel Urbina Solís (Rodrigo Alexander Castro Campos), William Alexander Bernal González (Marco Antonio Heredia Velasco)	Posgrado de Optimización
22	Constrained many-to-many point matching in two dimensions	Artículo (https://doi.org/10.1007/s11590-023-02089-3)	Luis Evaristo Caraballo, Rodrigo Alexander Castro Campos , José Miguel Díaz Báñez, Marco Antonio Heredia Velasco , Jorge Urrutia Galicia, Inmaculada Ventura Molina, Francisco Javier Zaragoza Martínez	SI001-19
23	Aplicación tecnológica para enfrentar los desafíos de los cursos del Programa de Educación Abierta (PEA)	Artículo Revista CONAIC Tecnología Educativa, Vol. XI, Num. 1, Ene-Abr 2024. ISSN: 2395-9061.	Cesar Isaac Cruz Morales, Martha Mora Torres , Lourdes Sánchez Guerrero	Licenciatura en Ingeniería en Computación
24	The non-stop disjoint trajectories problem	Artículo (https://doi.org/10.1016/j.disopt.2024.100837)	Benno Hoch, Frauke Liers, Sarah	Colaboración con institución

			Neumann, Francisco Javier Zaragoza Martínez	es extranjeras
25	Réduction de dimensionnalité des embeddings au moyen des ensembles approximatifs	Memoria in extenso (Memorias de la Conférence en Recherche d'Information et Applications (CORIA2024). http://coria.assoria.org/2024/articles/abstract_11/main.pdf)	Juan Manuel Torres Moreno, Javier Ramírez Rodríguez , Martha Lorena Avendaño Garrido	Proyecto sabático
26	Methodology for the Analysis and Design of a Cognitive Model: Emotions and Artificial Conscience Simulation	Libro	Ana Lilia Concepción Laureano Cruces	Proyecto sabático
27	Método de Satisfacción de Restricciones en Problemas de Procesamiento de Lenguaje Natural	Congreso (XXIV SIMMAC Simposio Internacional de Métodos Matemáticos Aplicados a las Ciencias. Liberia Costa Rica, 20-23 de febrero de 2024)	Javier Ramírez Rodríguez , Juan Manuel Torres Moreno, Ana Lilia Laureano Cruces , Beatriz Bernábe Loranca; Martha Lorena Avendaño Garrido	SI001-19
28	Réduction de dimensionnalité des embeddings au moyen des ensembles approximatifs	Congreso Conférence en Recherche d'Information et Applications (CORIA), Avril 3-4, 2024, La Rochelle, France	Juan Manuel Torres Moreno, Javier Ramírez Rodríguez , Martha Lorena Avendaño Garrido	Proyecto sabático
29	Las cuadrangulaciones irreducibles de superficies pequeñas	Congreso 57 Congreso Nacional de la Sociedad Matemática Mexicana; Durango, 21-25 octubre de 2024 (evento virtual).	Gloria Aguilar Cruz, Laura Elena Chávez Lomelí (colaboradora), Gustavo Antonio Sandoval Ángeles	SI001-19

			(colaborador), Francisco Javier Zaragoza Martínez	
30	Trajectory optimization for autonomous drones	Taller XII Spanish Workshop on Geometric Optimization	José Miguel Díaz, Marco Antonio Heredia Velasco , Paul Horn, Mario López	SI001-19
31	El problema de la subsecuencia común más larga, nuevos avances	Seminario Matemáticas Aplicadas y Discretas (SUMAD 2024)	Rodrigo Alexander Castro Campos	Posgrado en Optimización
32	V Reunión de Optimización, Matemáticas y Algoritmos (ROMA 2024)	Organización de evento de investigación internacional	Marco Antonio Heredia Velasco , Ruy Fabila Monroy, Francisco Javier Zaragoza Martínez , Rodrigo Alexander Castro Campos	SI001-19
33	XX Concurso de Programación de la UAM	Organización de evento local	Rodrigo Alexander Castro Campos , Marco Antonio Heredia Velasco , Francisco Javier Zaragoza Martínez	Licenciatura en Ingeniería en Computación
34	Seminario UAM de Matemáticas Aplicadas y Discretas	Organización de evento UAM (Azcapotzalco, Cuajimalpa, Iztapalapa)	Francisco Javier Zaragoza Martínez	Posgrado de Optimización
35	The 2024 ICPC Mexico Finals (Concurso de programación del "ICPC International Collegiate Programming Contest")	Asesoría y entrenamiento del equipo participante "Kemonitos"	Rodrigo Alexander Castro Campos	SI001-19

36	Sistema de Tutorías	Paquete computacional Sistema de tutorías para CyAD, CSH y CBI	Rodrigo Alexander Castro Campos, Grethell Georgina Pérez Sánchez, Oscar Alexis García García, Emanuel Jiménez Lescas	Divisiones CyAD, CSH y CBI
37	Juez en línea interactivo	Paquete computacional	Rodrigo Alexander Castro Campos	Licenciatur a en Ingeniería en Computaci ón
38	Visualización de estructuras de control	Paquete computacional	Ana Lilia Concepción Laureano Cruces	Licenciatur a en Ingeniería en Computaci ón
39	Boligrama Interactivo Personalizado para la DCSH Azcapotzalco, (complementando el que ya existe para la DCBI y DCyAD Azcapotzalco)	Paquete computacional	Rodrigo Alexander Castro Campos, Francisco Javier Zaragoza Martínez	Licenciatur a en Ingeniería en Computaci ón
40	Algoritmos y estructuras de datos	Aula virtual	Francisco Javier Zaragoza Martínez	Licenciatur a en Ingeniería en Computaci ón
41	Problemas y material para enseñanza virtual de Programación Estructurada	Aula virtual	Marco Antonio Heredia Velasco	Licenciatur a en Ingeniería en Computaci ón
42	240 - Programación Estructurada	Aula virtual	Martha Mora Torres	Licenciatur a en Ingeniería

				en Computación
43	240 - Programación Visual Orientada a Eventos	Aula virtual	Martha Torres Mora	Licenciatura en Ingeniería en Computación
44	1158072 Algoritmos Evolutivos	Aula virtual	Eduardo Rodríguez Martínez, Martha Torres Mora	Posgrado de Optimización

ANEXO B

Recursos disponibles

Descripción	Cantidad	Detalle
Servidores de alto rendimiento	5	1 servidor con 4 núcleos DELL PowerEdge 2900 Quad Core Xeon 2.0 GHz, 4GB RAM, 1X DVD ROM, 73GB Nombre de dominio asignado: <i>callix.azc.uam.mx</i> 4 servidores en configuración de clúster con un total de 64 núcleos Sun Fire X2200 M2, 2CPU Intel Xeon QC 2.4GHz, 32 GB RAM, 4TB Nombre de dominio asignado: <i>ia.azc.uam.mx</i>
Impresoras láser blanco y negro	4	
Impresoras láser a color	1	
Impresoras de inyección de tinta	1	
Computadoras personales	7	
Laptops	7	
Scanners	3	
Multifuncionales		
Switch/hub inalámbricos		
Tarjetas de red inalámbricas	2	
Almacenamiento/discos externos	5	
No-breaks	7	