

Propuesta de Creación del Área de Investigación: “Combinatoria, Control y Optimización”

Departamento de Ciencias Básicas
División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco

Núcleo básico:

Dra. Laura E. Chávez Lomelí	25076
Dra. Marisela Guzmán Gómez	10424
Dr. R. Felipe Monroy Pérez	13099
Dra. Guadalupe Rodríguez Sánchez	4811
Dr. Cutberto S. Romero Meléndez	9434

Laura E. Chávez L.
Marisela Guzmán
R. Felipe Monroy
Cutberto S. Romero

Otros integrantes:

Dra. Johana Luviano Flores 41236 *Johana Luviano*

1. Presentación.

Se propone la creación del área de investigación:

“Combinatoria, Control y Optimización”

en el Departamento de Ciencias Básicas, de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. Esta área de investigación proporcionará un marco teórico coherente y una instancia formal de organización institucional al trabajo de investigación de sus integrantes.

1.1. Antecedentes

El grupo de investigación tiene una composición interdisciplinaria con una inclinación hacia la investigación básica. Los seis integrantes tienen el grado de Doctor en Ciencias, dos de ellos son miembros del S.N.I. y dos tienen el Perfil Deseable de PRODEP. Las doctoras Marisela Guzmán Gómez y Ma. Guadalupe Rodríguez Sánchez, y los doctores R. Felipe Monroy Pérez y Cutberto S. Romero Meléndez son Profesores-Investigadores Titulares de contratación indeterminada en la Universidad Autónoma Metropolitana. La doctora Laura E. Chávez Lomelí es actualmente Profesora-Investigadora Asociada D, de contratación indeterminada en la Universidad Autónoma Metropolitana. La doctora Johana Luviano Flores es actualmente profesora invitada del Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Autónoma Metropolitana.

Los profesores del grupo cuentan con publicaciones en revistas especializadas, han participado y organizado múltiples eventos académicos como seminarios internos, minicursos, congresos nacionales como el Encuentro de Matroides, e internacionales como el Congreso Multidisciplinario de Ciencias Aplicadas en Latinoamérica. Por otra parte, se han establecido colaboraciones fructíferas con investigadores y grupos colegiados dentro y fuera de la Universidad. Esta labor ha tenido impacto tanto en la investigación como en la docencia del Departamento de Ciencias Básicas y la División de Ciencias Básicas e Ingeniería y con base a todo lo anterior, se plantea la creación de ésta área de investigación con miras a solidificar los resultados obtenidos y elevar el impacto de éste trabajo dentro y fuera de esta institución.

1.2. Objeto de Estudio y objetivos generales y específicos

Objeto de estudio

La investigación del área se ubica dentro del campo de las matemáticas, tiene un carácter básico, promueve la interdisciplina y las aplicaciones. El objeto de estudio del área es:

Estructuras combinatorias relacionadas con gráficas y matroides, así como

técnicas utilizadas en la optimización discreta; estructuras sub-Riemannianas y las técnicas geométrico-diferenciales utilizadas en el control de sistemas, dirigidas a optimizar su comportamiento y su evolución en el tiempo.

Objetivo general

Desarrollar actividades relacionadas con la investigación teórica en los campos de la Combinatoria, el Control de sistemas, la Optimización y sus aplicaciones en diferentes ámbitos del conocimiento.

Objetivos específicos

1. Resolver problemas de controlabilidad de sistemas no lineales.
2. Realizar investigación en gráficas, digráficas y gráficas encajadas en superficies relativas a sus invariantes.
3. Estudiar leyes de conservación y existencia global de soluciones y tiempos finitos de escape en ecuaciones de evolución.
4. Realizar investigación en temas de invariantes y representabilidad de matroides, delta matroides y polimatroides.
5. Resolver el problema de planificación de trayectorias y su complejidad en problemas de robótica.
6. Aplicar técnicas de optimización a problemas modelados mediante estructuras combinatorias.
7. Estudiar la convergencia, estabilidad, robustez, existencia de ciclos límite y bifurcaciones en sistemas de control.
8. Encontrar soluciones numéricas a problemas de control estocástico.
9. Explorar nuevos enfoques educativos en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Básicas como resultado de las investigaciones en los campos de la combinatoria, el control de sistemas y la optimización.
10. Mantener por lo menos un alumno activo por miembro del área, ya sea en proyectos de servicio social, proyecto terminal de licenciatura o investigación de posgrado.
11. Estimular la inserción de los miembros del área a los posgrados de la UAM-Azcapotzalco, UAM-Iztapalapa y UAM-Cuajimalpa.

2. Concordancia de nombre, los objetivos del área de investigación y el campo del conocimiento que se desarrollará en relación con las disciplinas que se cultivan en el departamento.

Los temas del campo del conocimiento que se desarrollarán en esta área, a saber la Combinatoria, el Control y la Optimización, son acordes con las disciplinas de la matemática que se cultivan en el Departamento de Ciencias Básicas. Estas disciplinas incluyen al álgebra, el análisis, el análisis funcional, la geometría, los métodos numéricos, las ecuaciones diferenciales, etc. Las conexiones entre el álgebra y la combinatoria son de gran riqueza y profundidad. De igual manera algunos problemas geométricos admiten tratamiento combinatorio y problemas de combinatoria pueden plantearse en un etorno geométrico. El control de sistemas se enmarca en la teoría de ecuaciones diferenciales y utiliza además el análisis funcional. La optimización dispone de métodos geométricos, métodos numéricos y métodos combinatorios para la resolución de algunos problemas.

Los campos de conocimiento que se cultivan en esta área son relevantes para las carreras de la División CBI, en particular para Ingeniería en Computación, Ingeniería Industrial e Ingeniería Física, más aún, hay relación cercana con el Posgrado en Optimización tanto en la temática de investigación como en la actividad de los profesores que proponen el área, dos de los cuales pertenecen al núcleo de dicho posgrado.

El nombre del área propuesta “Combinatoria, Control y Optimización” concuerda con los temas de las disciplinas en matemáticas arriba mencionados, refiere directamente a áreas de la matemática relacionadas con las actividades docentes y de investigación del Departamento de Ciencias Básicas.

Todos los objetivos del área estudian y resuelven problemas relativos a las disciplinas de matemáticas del Departamento de Ciencias Básicas.

3. Resultados de investigación que son producto de un trabajo colectivo dentro de la Universidad y que sustentan la viabilidad del Área que se pretende crear.

El listado de trabajos de investigación se encuentra en el Apéndice A.

Producción	Número de trabajos
Artículo de investigación	41
Memorias de congreso	26
Capítulo de libro	7
Organización de evento	17
Dirección de tesis	16

4. Núcleo Básico

Profesor	Categoría y nivel	Dedicación	Distinciones
Dra. Laura E. Chávez Lomelí	Asociado D	T. Completo	
Dra. Marisela Guzmán Gómez	Titular B	T. Completo	
Dr. R. Felipe Monroy Pérez	Titular C	T. Completo	
Dra. Guadalupe Rodríguez Sánchez	Titular C	T. Completo	PRODEP
Dr. Cutberto S. Romero Meléndez	Titular C	T. Completo	SNI 1, PRODEP

Otros integrantes			
Profesor	Categoría y nivel	Dedicación	Distinciones
Dra. Johana Luviano Flores	Titular A	T. Completo	SNI C

Colaboradores			
Profesor	Categoría y nivel	Dedicación	Distinciones
Dr. Baltazar Aguirre Hernández	Titular C, UAM-I	T. Completo	SNI 2, PRODEP
M. en C. David Castillo Fernández	Asociado B	T. Parcial	
M. en C. Leopoldo González Santos	UNAM	UNAM	UNAM
Dr. Criel Merino	UNAM	UNAM	UNAM

5. Programa de Investigación

El programa de investigación del área propuesta corresponde a los intereses de investigación de sus integrantes. Este programa es:

- Optimización en estructuras discretas y continuas. Representabilidad e Invariantes de estructuras combinatorias. Geometría sub-Riemanniana y Control Óptimo en sistemas de evolución no-lineales. Aplicaciones a Estructuras Combinatorias y al Control Óptimo Estocástico.

5.1. Definición temática y justificación

A continuación se describen los temas que comprenden este programa.

5.1.1. Representabilidad, invariantes y aplicaciones de estructuras combinatorias.

Un tema de investigación, de gran importancia en el campo de la combinatoria, es la teoría de matroides y estructuras de tipo matroidal, se han realizado trabajos en las áreas particulares de matroides, matroides orientados, delta-matroides y polimatroides. Como antecedentes, se pueden considerar las tesis de dos de las integrantes de este grupo de investigación [29, 28, 54]. En estos trabajos se estudian problemas de representabilidad de delta-matroides, extensiones del número cromático circular a matroides y matroides orientados y estimación del número de bases de un matroide. En este mismo campo, se tiene una tesis y publicaciones en colaboración con alumnos, como son [34, 36, 35]. Respecto al tema de polinomios relacionados con matroides y polimatroides se ha realizado trabajo conjunto con colegas de otras instituciones [45, 44], así como un artículo sobre la propuesta de un nuevo polinomio para polimatroides [30].

Los matroides son estructuras matemáticas que generalizan conceptos de independencia lineal en espacios vectoriales a sistemas de conjuntos. Desde alguna perspectiva generalizan a las gráficas de manera que investigar la posibilidad de extender conceptos y parámetros de gráficas a matroides es un planteamiento natural. Los problemas que se citan aquí, son grandes problemas abiertos, en estudio permanente, con conexiones a polinomios, matrices, dualidad, optimización, etc.

El código genético que caracteriza a cada uno de los seres vivos, es el término que se usa para nombrar la forma en que las cuatro bases del ADN: A , C , G y T , se encadenan de forma que el ribosoma pueda leerlos y convertirlos en una proteína. La variabilidad de las características que hereda una

generación a sus descendientes depende de las recombinaciones de la información contenida en su código genético. El modelo que usamos para estudiar las operaciones de recombinación se basa en la teoría de delta-matroides y sistemas de isotropía introducidos por Bouchet [12], usa conceptos tales como multigráficas 4-regulares y gráficas circulares. Por otra parte, las mismas herramientas matemáticas pueden emplearse para calcular la distancia entre cromosomas de diferentes especies de seres vivos, conocida esta como la distancia de inversión.

5.1.2. Optimización y aplicaciones

Los problemas de optimización combinatoria son diversos y cubren tanto aplicaciones a problemas reales como a problemas estrictamente teóricos.

Los proyectos que se han realizado con la intención de resolver algunos problemas aplicados, se pueden observar en los trabajos llevados a cabo de manera conjunta con alumnos tanto del Posgrado en Optimización como de la carrera de Ingeniería en Computación. Estos incluyen problemas aplicados que pueden modelarse con gráficas como el de limpieza de calles en una ciudad [41], el de la aplicación del concepto de coloración circular para modelar sistemas de producción cíclica [57], así como el problema de acoplamientos en una gráfica geométrica sobre el que versa el Proyecto de integración [64]. Un problema combinatorio que puede modelarse sobre una gráfica pero que se atacó usando técnicas combinatorias fuera de la teoría de gráficas es el problema del retiro de una bomba mediante la colaboración de robots [52].

En el problema de limpieza de calles se busca encontrar el recorrido más corto que debe hacer una barredora para limpiar ambos lados de cada calle en un vecindario. Para hacer esta limpieza, podría ser necesario que la barredora recorra algunos tramos de calle más de una vez. Al minimizar el recorrido, se optimiza el uso de tiempo, combustible, etc.

El modelado de sistemas de producción cíclica es una aplicación del *índice cromático circular*, un parámetro de gráficas que se define a partir de la coloración de aristas.

El problema de acoplamiento geométrico, es una variante del *problema de asignación* que busca asignar operadores calificados a máquinas dentro de una industria. El mismo problema se presenta en otros ambientes, con mayor complicación, por ejemplo cuando se requiere asignar profesores a grupos, a salones, a horarios.

Por lo que se refiere al problema de colaboración de robots, se plantea el escenario en el que se tiene una bomba (u otro objeto peligroso) en un lugar que quiere protegerse y se busca la forma de retirar la bomba lo más lejos

posible, mediante el uso de robots que tienen una cantidad fija de energía para moverse y que pueden colaborar moviendo la bomba en relevos. Los robots se mueven en una cuadrícula (como las calles de un vecindario).

Las técnicas usadas en el tratamiento de estos problemas, incluyen métodos de programación matemática, como la programación lineal y lineal entera; algoritmos especializados para problemas específicos; heurísticas, meta-heurísticas, etc.

Como puede verse en las citas referidas en esta sección, estos problemas son atractivos para los alumnos del posgrado en optimización, quienes han trabajado una variedad de problemas bajo la supervisión de miembros de este grupo, frecuentemente en colaboración con profesores de otros departamentos, particularmente del cuerpo académico Optimización y Algoritmos del Departamento de Sistemas, así como investigadores de otras instituciones.

Además de aplicaciones, los miembros de este grupo trabajamos problemas de optimización abstractos como son los problemas de coloraciones que incluyen trabajos sobre los polinomios cromáticos, así como los números cromáticos y sus variantes, uno de ellos es el estudio del número cromático circular para familias de gráficas, habiendo considerado aplicaciones prácticas, como es el caso de la optimización del flujo vehicular en cruces de avenidas concurridas, [55]. Emparentado con este problema está el estudio del índice cromático circular $\chi'_c(G)$ en general y específicamente para gráficas cúbicas que no tiene una 3-coloración de sus aristas, como puede verse en el artículo [62], que se publicó recientemente. También se ha trabajado con el *número pseudo-acromático* [21] para clases particulares de gráficas.

Hay otra variante de problemas combinatorios aplicados que han sido de interés de los miembros del grupo, y que no necesariamente se abordan desde una perspectiva de optimización como el problema de examinar la rigidez de una estructura representada por una gráfica donde las aristas representan barras de longitud fija y los vértices representan bisagras universales (que pueden moverse en todas direcciones). Si tal estructura es rígida, se sabe que se sostiene por sí misma (digamos que está en equilibrio) de no ser así, se puede investigar la forma en que se mueve. Este problema tiene aplicaciones claras a la ingeniería y la química, entre otras ciencias, y no solo es un problema geométrico, sino que puede estudiarse desde una perspectiva combinatoria que involucra a las gráficas y los matroides ver [31] y [38]. Este tema está al centro del programa temático de investigación que tuvo curso de enero a junio del 2021, en el Fields Institute en Canadá al cual fue invitada la Dra. Chávez.

5.1.3. Sistemas de control, ecuaciones de evolución no-lineales y Geometría sub-Riemanniana. Aplicaciones a Sistemas de Control Óptimo Estocástico.

En la teoría geométrica de control de sistemas no-lineales, se conoce que ciertas familias de campos vectoriales que satisfacen la llamada condición del rango, (en cada punto de la variedad subyacente, la bandera de módulos definida por la iteración de los corchetes de Lie, genera todo el espacio tangente), determinan en forma natural estructuras sub-Riemannianas [1]. De ahí que el estudio de estas estructuras tiene relevancia también en el terreno de aplicaciones que surgen del modelado y el control de sistemas no-lineales.

Una estructura sub-Riemanniana, consiste de una variedad diferenciable, una distribución de campos vectoriales diferenciales, y una métrica Riemanniana definida sobre la distribución. La primera estructura sub-Riemanniana fue presentada en 1980 por R.W. Brockett en [15]. Consiste de una distribución de rango dos en el espacio Euclidiano de dimensión tres, con la métrica Riemanniana usual. Este ejemplo ha servido de guía para el desarrollo de la teoría y tiene la propiedad de que el álgebra de Lie generada por la distribución es nilpotente de paso dos, es decir, corchetes de Lie con más de dos factores se anulan.

Algunos de los conceptos de lo que hoy se conoce como geometría sub-Riemanniana, aparecieron esparcidos en áreas tan diversas como el cálculo de variaciones con restricciones no-holónicas [22], la teoría geométrica de control de sistemas hipo-elípticos [63]. Una presentación uniforme en esta rama de la geometría diferencial global se incrementa constantemente, hoy tiene el código 53C17 de la *Mathematic Subject Classification* 2010.

La Teoría de Control Geométrico tiene un amplio despliegue en sus aplicaciones a la Robótica. Uno de estos problemas es el llamado Problema de Planificación de Trayectorias: dado un sistema de control (un robot, por ejemplo, con un conjunto de restricciones de movimiento) y dada una trayectoria cualquiera deseada por el usuario (que no sea una trayectoria admisible o “registrada” o “permitida” por el sistema), aproximarla por una curva admisible y hacerlo de manera óptima, para llevar el sistema desde el inicio y hasta el final de la trayectoria deseada, utilizando una función de control. El conjunto de etapas en este proceso de la aproximación de la curva inicial mediante curvas admisibles, satisfaciendo condiciones iniciales y de acotamiento, constituye una síntesis asintótica optimal del problema. Se ha desarrollado ya la síntesis asintótica optimal para ciertos sistemas de control o robots), por ejemplo, un robot tipo carro con tralier y un sistema mecánico vibratorio llamado Elasto-robot, el cual ejecuta libremente movimientos de rotación y

translación, y tiene un par prismático acoplado que realiza un movimiento vibratorio en un plano horizontal. Se contempla hacerlo para sistemas más complejos, como son los sistemas múltiples acoplados (por ejemplo, en varios automóviles autónomos con un sistema de control de mando). Asimismo, es posible definir la complejidad de la curva aproximante. Se propone estudiar el problema de planificación de trayectorias y el cálculo de la complejidad para estructuras de mayor corango, [47], [48], [49], [50].

5.1.4. Estudio cualitativo de ecuaciones de evolución

La modelación matemática de distintos fenómenos que cambian con el tiempo y dependen de variables espaciales, muchas veces conllevan a ecuaciones en derivadas parciales; una solución a estas ecuaciones se puede interpretar como una trayectoria en algún espacio de Banach. Las ecuaciones de movimiento de estas trayectorias sobre algún espacio de Banach se le conoce como ecuaciones de evolución y pueden aparecer en forma lineal o no-lineal.

En el estudio cualitativo de ecuaciones de evolución no-lineales que provienen de ecuaciones en derivadas parciales parabólicas o hiperbólicas se puede definir un problema de valores iniciales (PCI), conocido como problema de Cauchy.

Desde 1970, han sido de gran interés los problemas de existencia local, unicidad, regularidad de soluciones clásicas y/o débiles sobre espacios de Banach adecuados de PCI no-lineales y han sido abordados en gran medida, con métodos del Análisis Funcional. Algunos ejemplos son: el estudio de ecuaciones en derivadas parciales de reacción-difusión, las ecuaciones de Navier-Stokes, ecuaciones de Schrödinger dependientes del tiempo, ver por ejemplo [68],[24].

El estudio cualitativo de las ecuaciones de evolución ha dado lugar a métodos diversos que intentan resolver alguno de los siguientes problemas: Leyes de conservación, existencia global de soluciones o tiempos finitos de escape; regularidad de soluciones globales; comportamiento asintótico cuando t tiende a $\pm\infty$, estabilidad de soluciones y teoría de la dispersión, entre otras.

Se propone estudiar ecuaciones de evolución no-lineales de Schrödinger como: Sistemas de Zakahrov, Shabat-Zakharov, Klein-Gordon-Zakharov, ver [14], [40], [39], [43], [19], [2] de los que hay una gran variedad de problemas abiertos, así como el estudio de otras ecuaciones de evolución, tanto parabólicas como hiperbólicas.

5.1.5. Aplicaciones a la Física Médica

La teoría de Control Geométrico tiene variadas aplicaciones a la Mecánica Cuántica debido a la linealidad de su dinámica y a la existencia de múltiples simetrías cuánticas. El Control cuántico de lazo cerrado se conoce como Control cuántico vía retroalimentación clásica. Tal control es siempre estocástico en la mecánica cuántica. Los sistemas mecánicos cuánticos de dos niveles son los más simples y su estudio encuentra múltiples aplicaciones, por ejemplo, en Resonancia Magnética Nuclear. Estos sistemas aproximan a sistemas más generales. Un ejemplo especial es el de una partícula de spin $1/2$, inmersa en un campo electromagnético vertical constante, la cual se somete a dos campos electromagnéticos transversales al campo dado, que son los controles, actuando aleatoriamente en un tiempo corto e intermitente. Cuando una muestra se expone a un campo electromagnético constante actuando en la dirección del eje vertical y se activan dos pulsos (controles) de radio frecuencia variando aleatoriamente a lo largo de ejes perpendiculares al eje vertical, la muestra absorbe la energía debida al campo magnético total. Después de un corto tiempo cesan los controles y las partículas de la muestra regresarán a su orientación inicial, salvo aquellas que presenten cierto “daño”. Se busca que el tiempo de aplicación de los controles sea en más corto posible para evitar des-coherencia en las imágenes transmitidas. ¿Cuál es el control que corresponde al tiempo mínimo para que la partícula de spin $1/2$ alcance el estado $-1/2$? El modelo correspondiente a tales sistemas es la ecuación estocástica y controlada de Schrödinger dependiente del tiempo. En este problema se recurre a esquemas numéricos para obtener soluciones aproximadas aceptables, mediante el diseño y la implementación de algoritmos adecuados, [61], [60].

5.1.6. Aplicación a la Ecología

Otra aplicación interesante de la Teoría de Control es al estudio de la interacción dinámica entre dos poblaciones de especies presa-depredador (modelo de Lotka-Volterra) en un ambiente controlado y con fluctuaciones aleatorias. Las ecuaciones de Lotka-Volterra son el modelo de interacción depredador-presa más simple entre dos poblaciones. Este modelo supone que la población de presas encuentra comida todo el tiempo, que la comida del depredador depende completamente de la población de presas y que el entorno fluctúa (por un proceso estandar de Wiener definido sobre un espacio de probabilidad) de modo que pueda influir en las dos poblaciones. El modelo consiste en un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias estocásticas no lineales. Se consideran las funciones diferenciables que representan la densidad de la población de dos especies, una de ellas la presa, y la otra el depredador.

Se conoce la razón de crecimiento intrínseco de la población de la presa, la razón de mortalidad de la población del depredador, la tasa de contactos por unidad de tiempo entre la presa y el depredador. Las funciones de control representan, por ejemplo, los índices de caza de cada especie. Se utiliza el modelo de Lotka- Volterra, pues la evolución real de este tipo de poblaciones es Malthusiana, es decir, la población crece libremente de forma exponencial. El Problema de Control Óptimo correspondiente es el siguiente: Encontrar las funciones óptimas de control y las densidades óptimas de población de las especies, para las cuales el costo funcional o gasto de energía sea mínimo, suponiendo que el ambiente presenta algunas fluctuaciones aleatorias. Se plantea resolver las preguntas siguientes:

- ¿Es posible controlar las poblaciones de especies con la finalidad de alcanzar una densidad de población adecuada al medio?
- ¿Se puede detener el proceso de extinción de alguna de las especies?
- ¿Es posible responder las preguntas anteriores en el caso en que el medio presente fluctuaciones aleatorias? (si se trata de especies marinas, una evento aleatorio como el derrame de petróleo sería el caso).
- ¿Es posible responder las preguntas anteriores si se presenta un evento catastrófico, el cual pueda modelarse con Saltos de Poisson o de Lévy? (si se trata de especies marinas, una evento como el mencionado sería un terremoto, el cambio climático, un tsunami o una catástrofe radioactiva).
- ¿Es posible determinar algún intervalo de estabilidad?

El modelo referido se aplicará a tres especies, uno-depredador y dos-presas y puede extenderse a diversas especies, tanto microscópicas como de tamaño regular. No existe una solución explícita para el modelo estocástico mencionado, pero se pueden encontrar soluciones numéricas. En el estudio y modelado de la interacción entre poblaciones, también es importante considerar algunos factores estocásticos que tengan impacto en su crecimiento, persistencia y extinción. Los factores demográficos y ambientales, actuando como perturbaciones o procesos de difusión, pueden ser modelados mediante ecuaciones diferenciales estocásticas adecuadas, que toman en cuenta el hecho de que eventos estocásticos individuales e independientes pueden afectar a cada población, por lo que deben contener diferentes procesos de difusión. La existencia y singularidad de una solución global positiva del sistema y las condiciones bajo las cuales se produce la extinción de un modelo estocástico

de presa-depredador se han estudiado ampliamente mediante varios métodos, incluido el Principio del Máximo Estocástico. Se ha obtenido la acotación uniforme estocástica de la solución y la existencia de una solución positiva globalmente única, para un modelo de depredador y presa que incorpora invasión de enfermedades y shocks catastróficos repentinos. Además, para modelos estocásticos depredador-presa con retardo distribuido y ruido blanco, se ha demostrado la existencia al menos de una solución T-periódica positiva, mediante la construcción de una función estocástica de Lyapunov con cambio de régimen. También se investiga un modelo de tres especies con retrasos de tiempo y saltos de Lévy, dando las condiciones suficientes para la persistencia y la extinción de tres especies, uno-depredador y dos-presas. Utilizan el proceso estocástico discontinuo para estudiar algunos fenómenos de naturaleza abrupta como el cambio climático y no introducen controles en las especies, como hacemos en este análisis. Asimismo, se han estudiado algunos sistemas de mutualismo (con la cooperación de dos especies) en entornos aleatorios, obteniendo soluciones positivas y su unicidad. Sin embargo, existe literatura matemática limitada sobre la acotación en la convergencia media y fuerte para soluciones numéricas y la propiedad Turnpike para sistemas estocásticos controlados, [58]. En ocasiones, la aparición de fluctuaciones aleatorias en el medio ambiente altera la dinámica poblacional de los sistemas deterministas, provocando el proceso de extinción. Entonces, el modelo correspondiente puede perder la acotación de las soluciones, su estabilidad o su robustez y el esquema numérico puede no converger, [60].

5.2. Objetivos a mediano y largo plazo, en relación con el estado del conocimiento sobre la temática.

Objetivo General

Investigar propiedades de las estructuras combinatorias y sub-Riemannianas, así como su aplicación a la optimización y al control de sistemas no-lineales.

Objetivos a mediano y largo plazo

1. Largo plazo: Caracterizar subclases de gráficas según sus invariantes, en particular invariantes relacionadas con coloraciones, flujos y polinomios cromático y de Tutte.

Mediano plazo: Clasificar familias de gráficas, a través del cálculo directo de su polinomio cromático por medios computacionales o mediante el análisis teórico de dicho polinomio.

2. Largo plazo: Extender invariantes de gráficas a clases particulares de estructuras matroidales: subclases de matroides orientables, representables, regulares, uniformes, etc., deltamatroides y polimatroides.

Mediano plazo: Establecer conexiones entre extensiones de los números cromático circular y de flujo circular a matroides, en particular a la clase raíz sexta de la unidad, mediante el uso de la dualidad.

3. Largo plazo: Proveer de coordenadas globales al grupo de Lie nilpotente asociado a una estructura sub-Riemanniana nilpotente.

Mediano plazo: Caracterizar estructuras sub-Riemannianas nilpotentes y aproximaciones nilpotentes de sistemas no-lineales.

4. Largo plazo: Resolver el problema de controlabilidad para algunos sistemas mecánicos

Mediano plazo: Obtener la síntesis asintótica optimal de problemas de mecánica no-holonómica que surgen de la robótica.

5. Largo plazo: Garantizar leyes de conservación y existencia global de soluciones o tiempos finitos de escape en las ecuaciones de evolución.

Mediano plazo: Caracterizar las soluciones de las ecuaciones de evolución tipo Schrödinger y obtener comportamientos asintóticos y su estabilidad.

6. Largo plazo: Estimar la complejidad métrica de trayectorias en problemas de Robótica.

Mediano plazo: Determinar una estimación asintótica de la complejidad métrica sub-Riemanniana para distribuciones de co-rango mayor que 2.

7. Largo plazo: Resolver el Problema de Planificación de Trayectorias en algunos espacios libres de coordenadas.

Mediano plazo: Obtener la aproximación nilpotente y la interpolación de curvas libres de colisión en el Problema de Planificación de Trayectorias, utilizando coordenadas normales.

8. Largo plazo: Resolver numéricamente sistemas de control óptimo estocástico, tales como sistemas cuánticos de 2- niveles y sistemas competitivos en dinámica de poblaciones.

Mediano plazo: Determinar la convergencia y la estabilidad de los esquemas numéricos utilizados para encontrar soluciones de problemas de control óptimo de sistemas cuánticos, ya sean determinísticos o estocásticos.

9. Largo plazo: Preservar la propiedad de Turnpike en algunos sistemas de control óptimo.

Mediano plazo: Determinar la existencia de ciclos límite y de bifurcaciones, así como también las condiciones para la estabilidad y la preservación de la propiedad Turnpike y su robustez en sistemas estocásticos.

10. Largo plazo: Analizar los delta-matroides así como sus estructuras relacionadas: las gráficas encajadas en superficies, los sistemas de isotropía y su representabilidad en campos finitos.

Mediano plazo: Caracterizar las 2-digráficas encajadas en superficies de género a lo más 2, considerando su delta-matroide asociado y la orientación de sus aristas incidiendo en su representabilidad sobre el campo $GF(3)$.

11. Largo plazo: Resolver problemas de gráficas geométricas incluyendo las que se derivan de problemas aplicados como la rigidez combinatoria.

Mediano plazo: Caracterizar las instancias del problema de limpieza de calles [41] asociadas a politopos medio-integrales.

12. Largo plazo: Aplicar técnicas de optimización a problemas combinatorios teóricos y prácticos.

Mediano plazo: Aproximar el índice cromático de algunas gráficas de proximidad con el objetivo de decidir si son Clase 1 o Clase 2.

5.3. Prioridades de los objetivos de investigación.

En el área, daremos prioridad a los objetivos relacionados con los proyectos vigentes aprobados por el consejo divisional. Los demás objetivos relacionados con otros proyectos se considerarán de menor prioridad.

5.4. Vinculación de los objetivos del programa con los objetivos de Área, del Departamento y de la División.

Los objetivos del programa están diseñados para avanzar en el cumplimiento de los objetivos del área, ya que establecen direcciones específicas de investigación que son acordes al objeto de estudio planteado para esta área.

La creación de esta área impacta directamente en el objetivo 5, meta 5.2 de la División de CBI, a saber:

Objetivo 5: Fortalecer las áreas y grupos de investigación.

Meta 5.2: Incrementar el número de Áreas de Investigación.

Los objetivos del área propuesta están directamente vinculados con el objetivo del Departamento de Ciencias Básicas:

Generar conocimiento en los campos de las Matemáticas, la Física y la Química, a través de la investigación en esos campos.

Por otra parte, la operación del área fomentará la pertenencia de sus miembros al SNI y PRODEP, además de representar un compromiso de publicar en revistas indizadas y difundir en eventos académicos los resultados de las investigaciones realizadas, lo cual está vinculado a los objetivos Divisionales:

Objetivo 6: Obtener el reconocimiento externo al trabajo de investigación.

Objetivo 7: Utilizar fuentes de financiamiento externo para el desarrollo de la investigación.

Finalmente, la operación del área propuesta tendrá impacto en la docencia mediante la impartición de cursos y la participación en la creación y modificación de planes de estudio y programas de UEA, lo cual está vinculado a los objetivos:

Divisional: *Objetivo 2: Mantener e incrementar la calidad de los planes y programas de estudio.*

Departamental: *Desempeñar las actividades de docencia para la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Básicas.*

Mediante la realización de eventos académicos como los Encuentros de Matroides, el evento “Conversando las Matemáticas”, el Seminario del grupo, etc. se tendrá impacto en el objetivo:

Objetivos de Preservación y Difusión de la Cultura para el período 2016-2020

8.4 Consolidar la realización de eventos de difusión científica y tecnológica.

8.5 Consolidar la realización de eventos de difusión relacionados con las actividades culturales de la DCBI-A

5.5. Proyectos de investigación que conformen el programa, presentados de acuerdo con los lineamientos divisionales, con la indicación de la articulación entre ellos.

El grupo tiene los siguientes proyectos de investigación (ver documentos anexos):

1. **Proyecto:** Resolución de problemas de gráficas usando el polinomio cromático.

Responsable: Dra. Ma. Guadalupe Rodríguez S.

Participantes

- Dra. Laura E. Chávez Lomelí
- Dra. Johana Luviano Flores
- Dra. Ma. Guadalupe Rodríguez Sánchez

2. **Proyecto:** Propiedades Turnpike en Problemas de Control Óptimo Estocástico.

Responsable: Dr. Cutberto S. Romero Meléndez.

Participantes

- Dra. Marisela Guzmán Gómez
- Dr. R. Felipe Monroy Pérez
- Dr. Cutberto S. Romero Meléndez

5.6. Personal académico que participa en el programa.

- Dra. Laura E. Chávez Lomelí
- Dra. Marisela Guzmán Gómez
- Dra. Johana Luviano Flores
- Dr. R. Felipe Monroy Pérez
- Dra. Ma. Guadalupe Rodríguez Sánchez
- Dr. Cutberto S. Romero Meléndez

Se pueden ver los Curriculum Vitae en el anexo B.

5.7. Recursos materiales con los que cuenta y los que requerirá.

Los profesores del grupo, que son profesores con contratación indefinida, cuentan con espacio de oficina amueblado y equipo de cómputo, además de acceso a servicio de internet y a la biblioteca de la institución. Se considera

deseable la renovación del equipo de cómputo cada cuatro años. Eventualmente podría requerirse software no institucional.

Será necesario tener recursos para las actividades del área que incluyen:

1. Organización y asistencia a eventos.
2. Publicación de libros y artículos.
3. Estancias de investigación.

5.8. Formas de vinculación con la docencia, la preservación y difusión de la cultura y la extensión universitaria.

- Se incluirá estudiantes de los niveles avanzados de las carreras de la universidad en algunas labores de investigación, como los proyectos terminales, proyectos de investigación, servicio social, tesis de maestría o doctorado y seminarios internos y externos de la UAM.
- Se buscará incidir en el rediseño de algunos programas de estudio y/o algunas UEAs en cursos de tópicos especiales y asignaturas optativas a partir de las experiencias de las investigaciones del área.
- Los eventos académicos organizados por el área incluirán actividades dirigidas a los alumnos de UEAs relacionadas para enriquecer su aprendizaje.
- Se hará difusión de pláticas y eventos de divulgación de los integrantes del área entre los estudiantes.
- Se buscará promover la impartición de pláticas y mini cursos dirigidos a los estudiantes por parte de colaboradores del área realizando estancias de investigación, estudiantes de intercambio, etc.

Para la difusión de los resultados de las investigaciones del grupo se recurrirá a la publicación en revistas indizadas (con índices JCR o MathScinet) y a la participación en foros académicos idóneos: congresos, simposium y coloquios nacionales e internacionales, tales como el Congreso de la Sociedad Matemática Mexicana SMM, el Simposium Internacional de Simulación y Matemáticas Aplicadas SIMMAC, International Conference on Physics and Control, International Conference on Pure and Applied Mathematics, Computación Aplicada a la Industria de Procesos, Encuentro de matroides,

Coloquio VN-L de Teoría de Gráficas, Combinatoria y sus Aplicaciones, Aspectos Computacionales de Combinatoria, Optimización, Topología y Álgebra (ACCOTA) y otros.

Participar en la organización de concursos de matemáticas y ciencias básicas. Participar y organizar eventos de difusión de la ciencia como “LibroFest Metropolitano” y “Divertimenti Mathematicae”, descritos en la sección *Antecedentes* y otras ferias como “Geometría del papel doblado”.

6. Programa de actividades académicas y de discusión colectiva y sistemática entre los miembros del Área para el intercambio de conocimientos y experiencias generados por los proyectos de investigación

Se contemplan las siguientes actividades:

- Intercambio permanente de conocimiento por medio de seminarios de trabajo y comunicaciones personales. Se mantendrá el “Seminario del grupo de investigación de combinatoria, control y optimización” que ha tenido lugar, bajo diferentes nombres, desde el año 2009.
- Mantener encuentros académicos y espacios de discusión en torno a los temas de investigación, tal como el que se realizó en 2021 que llevó por título “Conversando las Matemáticas”
- Organización de reuniones científicas locales para difundir y ampliar el trabajo de investigación del equipo. En este año se llevará a cabo el V Encuentro de Matroides, que contará con 2 invitados internacionales de alto perfil.
- Intercambio y comunicación permanente con otros grupos de investigación tanto del país como del extranjero. Se tiene colaboración establecida con el área de investigación “Optimización Combinatoria” así como con investigadores de UAM- Iztapalapa, IMATE-UNAM, Instituto de Neurobiología, UNAM, Victoria University, New Zealand, CINVESTAV-IPN, y otras instituciones.

7. Estrategias

7.1. Formación y actualización académica de los integrantes

En el área fomentaremos la participación periódica de los miembros de la misma en congresos, simposium y coloquios nacionales e internacionales, así como estancias sabáticas o posdoctorados, con el fin de la actualización y la formación académica ulterior de los miembros. Mantendremos de manera permanente el seminario del área como uno de los ejes de la actualización de sus miembros. Propiciaremos también que los miembros concursen por los estímulos a la investigación y a la docencia, con la finalidad de mantener a un buen nivel su producción académica, y por obtener una mejor puesto en el escalafón de la universidad.

7.2. Desarrollo del trabajo colectivo

La totalidad de los miembros del grupo participa en alguno de los proyectos existentes: Propiedades Turnpike en problemas de Control Óptimo Estocástico y Resolución de problemas de gráficas usando el polinomio cromático.

Por otra parte, se contará con la participación activa de todos los miembros del área en un seminario de investigación. La interacción de los miembros en las discusiones del seminario permite diseñar nuevos ejes en las investigaciones en curso y posibilita la extensión y creación de proyectos colectivos. Además se fomentará la participación de colaboradores en los proyectos de investigación, en dicho seminario.

Se organizará una reunión trimestral entre todos los miembros del área para compartir experiencias generadas por los proyectos de investigación y su difusión; exponer los resultados obtenidos y los planes a futuro de los mismos, para identificar oportunidades de colaboración entre los miembros del área.

7.3. Vinculación interna

Se ha establecido la colaboración con el Departamento de Matemáticas de la UAM-I para el proyecto Propiedades Turnpike en problemas de Control Óptimo Estocástico el cual está inscrito a este proyecto de creación de área. Dicho proyecto articula también la formación de recursos humanos al incluir a un estudiante de doctorado inscrito al doctorado de Matemáticas de la UAM-I. Se tiene participación activa en el Posgrado en optimización y

en el Cuerpo académico “Combinatoria y algoritmos”. De igual manera, se participa en el seminario inter-UAM de Combinatoria que involucra investigadores de las unidades Iztapalapa, Cuajimalpa y Azcapotzalco que ha sido creado específicamente para fomentar la colaboración entre investigadores de las diferentes unidades.

Partiendo de las instancias mencionadas de vinculación, se profundizará en colaboraciones con investigadores de todas estas instancias universitarias.

7.4. Vinculación externa

Se cuenta ya con la colaboración con el Instituto de Neurobiología de la UNAM, Campus Juriquilla, Querétaro para el proyecto Propiedades Turnpike en problemas de Control Óptimo Estocástico el cual está inscrito en este proyecto de creación de área.

Se tiene colaboración regular con el Dr. C. Merino del IMATE-UNAM unidad Oaxaca. Se planea reanudar la colaboración científica con el Dr. Geoffrey Whittle de la Universidad de Virginia en Nueva Zelanda. Se tiene una publicación de las doctoras Chávez y Rodríguez con estos dos colaboradores, sobre polinomios de polimatroides. Ambos doctores son autoridades en Teoría de matroides.

Se proyecta reanudar la colaboración científica con el grupo de J.P. Gauthier, miembro Honorario del Instituto Universitario de Francia, trabajando actualmente en la Unidad de Investigación Mixta de la CNRS 6168: *LSIS Laboratoire des Sciences de l'Information et des Systèmes*, de la Universidad de Toulon, Francia, en el proyecto Control geométrico y sus aplicaciones, el cual comprende estancias de investigación recíprocas en México y en Francia, además del programa de formación de recursos humanos con alumnos de doctorado en Francia.

Se planea realizar estancias de investigación y visitas a otras universidades. Recíprocamente, recibir investigadores invitados durante estancias de tres o seis meses, para colaborar en los proyectos específicos del área. Esto facilita la colaboración con colegas de otras instituciones y abre una oportunidad de profundizar el estudio de temas afines a los propios.

A futuro se planea organizar un seminario nacional o internacional sobre los temas del área. De igual manera, se continuará organizando los Encuentros de Matroides, antes mencionados. El V Encuentro de Matroides será en 2023 en el IMATE, UNAM, sede CdMx.

7.5. Incorporación de nuevos miembros

Se contempla la incorporación de la Dra. Johana Luviano Flores a la futura área, una vez que termine su estancia actual de profesora invitada en el Departamento de CB de la UAM-A. Además, mediante la actividad permanente de Seminario de Investigación, en el cual se invita a ofrecer conferencias a jóvenes especialistas en los temas afines a los relacionados con el grupo de investigación, es un entorno ideal para captar nuevos integrantes para el área. También se considera como una estrategia de incorporación de nuevos miembros, el invitar a las actividades de investigación del área a los recién egresados de los programas de maestría y doctorado en los que participan actualmente algunos de los miembros de este grupo.

7.6. Infraestructura y equipo

La infraestructura del área consiste fundamentalmente de equipo de cómputo. Actualmente cada uno de los integrantes del área cuentan con equipo de cómputo funcional y se planea que así se mantenga para todos los miembros del área. Para el mantenimiento y renovación de estos equipos se plantea la siguiente estrategia:

- Destinar un porcentaje del monto anual asignado al área para este propósito.
- Utilizar los recursos que puedan tener asignados los integrantes del área para tal rubro, por instancias como PRODEP, CONACYT y SEP.
- Utilizar el apoyo de los recursos del Departamento de CB, en caso de ser necesario.

7.7. Recursos externos

Se contempla la gestión de recursos externos provenientes de CONACyT y de la SEP para:

- La organización de eventos académicos internacionales en la UAM –A incluyendo gastos de traslado de profesores provenientes del extranjero y el interior del país, participando en convocatorias del CONACYT, como “Ciencia de Frontera”, etc.
- El apoyo a estancias sabáticas de algún miembro del grupo a través del SNI y PRODEP.
- El apoyo para gastos de publicación de libros y artículos en revistas indexadas, por PRODEP y otras instancias como la red MUFRAMEX.

7.8. Vinculación de la investigación con la docencia

Partimos del hecho de que la actividad de investigación incide de manera natural en la docencia al integrar las experiencias de investigación de los profesores a su quehacer docente, llevando su labor más allá de lo que pueda contener un libro de texto. De manera puntual, planeamos las siguientes estrategias:

- Se incluirán estudiantes de los niveles avanzados de las carreras de la universidad en algunas labores de investigación, como los proyectos terminales, proyectos de investigación, servicio social, tesis de maestría o doctorado y seminarios internos y externos de la UAM.
- Se buscará incidir en el rediseño de algunos programas de estudio y/o algunas UEAs en cursos de tópicos especiales y asignaturas optativas a partir de las experiencias de las investigaciones del área. Tal es el caso de las UEAs de reciente creación: Control 1 y Control 2, así como el diseño de las UEAs Combinatoria (1112035) y Teoría de juegos (1151065).
- Se asegurará que los eventos académicos organizados por el área incluyan actividades dirigidas a los alumnos de UEAs relacionadas para enriquecer su aprendizaje, como se ha hecho anteriormente con los Encuentros de Matroides.
- Se hará difusión de pláticas y eventos de divulgación de los integrantes del área entre los estudiantes.
- Promover la impartición de pláticas y mini cursos dirigidos a los estudiantes por parte de colaboradores del área que estén realizando estancias de investigación en la Universidad.

7.9. Difusión de resultados

Para realizar la difusión de los resultados de las investigaciones del grupo se recurrirá a la publicación en revistas indizadas (con índices JCR o MathScinet) y a la participación en foros académicos idóneos: congresos, simposium y coloquios nacionales e internacionales, tales como el Congreso de la Sociedad Matemática Mexicana SMM, el Simposum Internacional de Simulación y Matemáticas Aplicadas SIMMAC, International Conference on Physics and Control, International Conference on Pure and Applied Mathematics, Computación Aplicada a la Industria de Procesos, Encuentro de matroides, Coloquio VN-L de Teoría de Gráficas, Combinatoria y sus Aplicacio-

nes, Aspectos Computacionales de Combinatoria, Optimización, Topología y Álgebra (ACCOTA) y otros.

7.10. Autoevaluación

Al final de cada año habremos de realizar un ejercicio colectivo de autoevaluación, en las semanas previas a la entrega de planes de trabajo y reportes anuales, donde se contrasten los objetivos trazados en el plan del año que termina y los resultados alcanzados como grupo de investigación para rectificar, si es el caso, las estrategias que se consideren pertinentes con el objeto de alcanzar los objetivos propuestos, mismas que serán incluidas en el plan de trabajo del año que inicia.

8. Infraestructura

Los profesores del grupo, que son profesores con contratación indefinida, cuentan con espacio de oficina amueblado y equipo de cómputo, además de acceso a servicio de internet y a la biblioteca de la institución. Se considera deseable el mantenimiento cada dos años de las impresoras y el cambio de tóner, así como la renovación del equipo de cómputo cada cuatro años. Eventualmente podría requerirse software no institucional.

8.1. Infraestructura solicitada

Se solicitará a la Coordinación de Servicios de Cómputo, la creación de una página web para el área, dentro del sitio de la Unidad Azcapotzalco, que servirá como punto de contacto entre los investigadores del área y el resto de la comunidad matemática.

8.2. Apoyos institucionales

Los miembros del grupo hemos gestionado, a título individual, apoyo institucional para la asistencia a eventos que ha sido recibido en la medida de lo posible, dadas las restricciones presupuestales de la institución. También hemos recibido apoyo para la organización de eventos del grupo, como el Encuentro de Matroides y la visita de profesores como el Dr. Whittle, quien nos visitó en 2016. Se buscará participar en convocatorias de CONACYT, PRODEP Y SEP-UAM para apoyos a investigadores y grupos de investigación. La pertenencia a grupos colegiados de investigación es considerada por algunas de estas instancias, de manera que se espera elevar el perfil de las solicitudes con el progreso del área.

Referencias

- [1] Agrachev, A. and Sachkov, Y., *Control Theory from the Geometric Viewpoint*, Enciclopædia of Mathematical Sciences, Vol. **87**, Springer-verlag, 2003.
- [2] Ali, M. and Husnine, S., *Solitary wave solution and conservation laws of higher dimensional Zakharov-Kuznetsov equation with nonlinear self-adjointness*, Math. Methods Appl. Sci. **41**, no. 16, 6611-6624, 2018.
- [3] Anzaldo-Meneses, A., Bonnard, B., Gauthier, J. P. and Monroy-Pérez, F., Editors, *Contemporary Trends in Non-Linear Geometric Control Theory and its Applications*, World Scientific, 2002.
- [4] Anzaldo-Meneses, A., Delgado-Fernández, J. y Monroy-Pérez, F., Editores, *El legado matemático de Leonhard Euler a trescientos años de su nacimiento*, co-edición Universidad Autónoma Metropolitana e Innovación Editorial Lagares, ISBN 978-970-773-375-6, México, 2007.
- [5] Anzaldo-Meneses, A., Delgado-Fernández, J., Monroy-Pérez, F. y Morales-Técotl, H., Editores, *Henri Poincaré y David Hilbert y los fundamentos de la Física Matemática moderna*, edición Universidad Autónoma Metropolitana, ISBN 978-607-28-0788-4, México, 2016.
- [6] Anzaldo-Meneses, A. and Monroy-Pérez, F., *Dynamical Systems and nilpotent sub-Riemannian geometry*, J. Math. Phys., **49**, 2008.
- [7] Anzaldo-Meneses, A. and Monroy-Pérez, F., *Left invariant optimal control systems and sub-Riemannian geometry*, Int. Jour. Pure and Appl. Math. **42**, No. 2 303–309, 2007.
- [8] Anzaldo-Meneses, A. and Monroy-Pérez, F., *Non-holonomic distributions and dynamical systems*, Physics and Control, Physcon-07, 2007.
- [9] Anzaldo-Meneses, A. and Monroy-Pérez, F., *Optimal control on the Heisenberg group*, Jour. of Dyn. Contrl. systems, **5**, No. 4 473–499, 1999.
- [10] Anzaldo-Meneses, A. and Monroy-Pérez, F., *Sub-Riemannian approach for the Foucault pendulum*, Physics and Control, Physcon-09, 2009.
- [11] Anzaldo-Meneses, A. and Monroy-Pérez, F., *The step-2 nilpotent $(n, n(n+1)/2)$ sub-Riemannian geometry*, Jour. of Dyn. Contrl. systems, **12**, No. 2, 185–216, 2006.
- [12] Bouchet. A., *Isotropic systems*. European J. Combin. **8**, 231-244, 1987.

- [13] Bouchet, A., *Representability of Δ -matroids*, Colloquia Societates Janos Bolyia, **52**, 167-182, 1998.
- [14] Bourgain, J. and Colliander, J., *On well posedness of the Zakharov system*, Int. Math. Res. Notices **11** , 515-546, 1996.
- [15] Brockett, R. W., *Control theory and singular Riemannian geometry*, in New directions in applied mathematics, Eds. P.J. Hilton, G.S. Young, Sringer-Verlag, 11-27, 1980.
- [16] Brocket, R. W., *Finite dimensional Linear System*. Jhon Wiley and sons, Inc., 1970.
- [17] Brockett, R.W., *System theory on group manifolds and coset spaces*, SIAM J. Control, **10**, 265-284, 1972.
- [18] Brylawski, T. and Oxley, J., *The Tutte Polynomial and Its Applications*, Encyclopedia of mathematics and its applications. Cambridge University Press, **40**, 123-225, 1992.
- [19] Buhe, E. and Bluman, G., *Symmetry reductions, exact solutions and conservation laws of the generalized Zakharov equations*, J. Math. Phys. **56**,no.10, 101501-101515, 2015.
- [20] Bullo, F. and Lewis, A. D., *Geometric Control of Mechanical Systems*, Texts in applied mathematics **49**, Springer 2005.
- [21] Castelán-Chávez, E., *Número acromático de gráficas gramíneas bipartitas*, tesis (M. en O.) Universidad Autónoma Metropolitana, 2016.
- [22] Carathéodory, C., *Untersuchungen ueber die Grundlagen der Thermodynamik*, Math. Ann., **67**, 355-386, 1909.
- [23] Cazenave, T., *Semilinear Schrödinger equations*. Courant Lecture Notes in Mathematics, 10. New York University, American Mathematical Society, Providence, RI, 2003.
- [24] Cazenave, T. and Haraux, A., *An introduction to semilinear evolution equations*. Oxford Lecture Series in Mathematics and its Applications, **13**. The Clarendon Press, Oxford University Press, New York, 1998.
- [25] Chan, T. F., Kang, S. H. and Shen, J., *Euler's elastica and curvature-based inpainting*, SIAM J. Appl. Math, **63**, 564–592, 2002.

- [26] Chan, T. F. and Shen, J., *Image Processing and analysis: variational, pde, wavelet and stochastic methods*, SIAM, 2005.
- [27] Chan, T. F. and Shen, J., *Variational image inpainting*, Comm. Pure Appl. Math., **58**, 579–619, 2005.
- [28] Chávez-Lomelí, L. E., *Circular flow and circular chromatic number in the matroid context*, Thesis (Ph.D.)—Simon Fraser University (Canada), ISBN: 978-0494-38171-7, 2007.
- [29] Chávez-Lomelí, L. E., *The basis problem for matroids*, Thesis (MSc.)—University of Oxford (U. K.), 1994.
- [30] Chávez-Lomelí, L. E., Merino, C., Rodríguez, G. and Whittle, G., *A new polynomial for polymatroids*, The Australasian Journal of Combinatorics, **80(3)** P. 342-360, (2021).
- [31] Chávez-Lomelí, L. E., Moshe, L. and Whiteley, W., *Bases and Circuits for 2-Rigidity. Constructions via Tree Partitions.*, To appear.
- [32] Chun, C., Moffatt, I., Noble, S. D. and Rueckriemen, R., *Matroids, delta-matroids and embedded graphs*, Journal of Combinatorial Theory, Series A, 167, 7–59, 2019.
- [33] Colliander, James., Holmer, Justin. and Tzirakis, Nikolaos., *Low regularity global well posedness for the Zakharov and Klein-Gordon-Schrödinger systems.* Trans.Amer. Math. Soc. 360, **9**, 4619-4638, 2008.
- [34] Frausto-Tamayo, D. J., *Generación de Delta-Matroides no binarios y no ternarios mediante cómputo paralelo*, tesis (Lic. Ingeniería en Computación), UAM-A, 2018.
- [35] García-García, L. A., *Cálculo de la distancia de inversión cromosómica usando estructuras matroidales*, Memorias de la Sociedad Matemática Mexicana, Vol. **15**, ISSN 1870-2112, 2019.
- [36] García-García, L. A., *Un modelo combinatorio en ensamblamiento genético*, tesis (M. en O.) Universidad Autónoma Metropolitana, 2018.
- [37] Gauthier, J. P., Monroy-Pérez, F. and Romero-Melendez, C., *On complexity and motion planning for co-rank one sub-Riemannian metrics*, ESAIM: Control, Optimization and Calculus of Variations , **10**, 634–655, 2004.

- [38] Graver, J., Servatius, B. and Servatius, H., *Combinatorial Rigidity*, American Mathematical Society, Graduate Studies in Mathematics, vol. **2**, 1993.
- [39] Guzmán-Gómez, M., *Blowup of solutions to the Zakharov systems*. Proceedings of the I Workshop on Asymptotics for Parabolic and Hyperbolic Systems(<http://www.lncc.br/IWHAPS>)168-176, 2008.
- [40] Guzmán-Gómez, M., *Asymptotic Behavior of solutions to the Zakharov equations*. International Conference on Differential equations, World Scientific 1080-1082, 2003.
- [41] Hernández-Sánchez, L. F., *Problemas de limpieza periódica de ciudades*, tesis (M. en O.) Universidad Autónoma Metropolitana, 2015.
- [42] Jurdjevic, V. and Sharpe, R. W. Editors, *Geometric Control and Non-holonomic Mechanics*, CMS conference proceedings, Vol. **25**, 1998.
- [43] Linares, F. and Pastor, A., *Dispersive blow-up for solutions of the Zakharov-Kuznetsov equation*. Ann. Inst. H. Poincaré Anal. Non Linéaire, **38** no. 2, 281-300, 2021.
- [44] Merino, C., Ramírez, M. and Rodríguez, G., *A note on some inequalities for the Tutte polynomial of a matroid*, Electronic notes on Discrete Mathematics **34**, 603-607, 2009.
- [45] Merino, C., Ramírez, M. and Rodríguez, G., *The Tutte polynomials of some matroids*, International Journal of Combinatorics, Vol. **3**, 2012.
- [46] Monroy-Pérez, F., *Non-Euclidean Dubin's Problem*, Jour. of Dyn. Contrl. systems, **4**, No. 2 249-272, 1998.
- [47] Monroy-Pérez, F. and Romero-Meléndez, C., *Controllability and motion planning of vibratory systems: a flatness approach*, Cybernetics and Physics 1 (2), 113–119, 2012.
- [48] Monroy-Pérez, F. and Romero-Meléndez, C., *The motion planning problem: Differential flatness and nilpotent approximation*, Cybernetics and Physics 2 (3), 133–142, 2013.
- [49] Monroy-Pérez, F., Romero-Meléndez, C. and Vázquez-González, B., *Complexity and path planning for a car-like robot* CIE-05, 2005.
- [50] Monroy-Pérez, F., Romero-Meléndez, C. and Vázquez-González, B., *Metric complexity for rolling bodies*, AMCA-06, 2006.

- [51] Oxley, J., *Matroid Theory*, Oxford Science Publications, The Clarendon Press, Oxford University Press, New York, 1992.
- [52] Pérez-Pérez, C., *Retiro de una bomba mediante colaboración de robots*, tesis (M. en O.) Universidad Autónoma Metropolitana, 2020.
- [53] Rodríguez, G., *Delta-matroides rueda ternarios*, Morfismos, Departamento de Matemáticas del CINVESTAV, Vol.6, núm.1 31-55, 2002.
- [54] Rodríguez, G., *$GF(3)$ -Representabilidad de delta-matroides*, (Tesis de doctorado), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.
- [55] Rodríguez, G. y Herrera, S., *La coloración circular de gráficas. Una aplicación al problema de cruces vehiculares*, Miscelánea Matemática **58**, 11-30, 2014.
- [56] Rodríguez, G. y Rodríguez J., *Índice cromático circular, snarks y extensiones de la familia Blanusa tipo 1*, Morfismos, Departamento de Matemáticas del CINVESTAV, Vol. 24, No. 2, 2020, pp. 1–25. ISSN 1870-6525.
- [57] Rodríguez, J., *Resolución de problemas de sistemas de producción cíclica aplicando el índice cromático circular*, tesis (M. en O.), Universidad Autónoma Metropolitana, 2016.
- [58] Romero-Meléndez C., D. Castillo-Fernández and L. González-Santos., *On the Boundedness of the Numerical Solutions' Mean Value in a Stochastic Lotka–Volterra Model and the Turnpike Property*. Complexity 2021 (Special Issue), 14, 2021.
- [59] Romero-Meléndez C., D. Castillo-Fernández., *A Stochastic controlled Schrödinger equation: convergence and robust stability for numerical solutions*. Cybernetics and Physics Journal, **10**, no. 3, pp. 178–184, (2021).
- [60] Romero-Meléndez, C., González-Santos, L. and Castillo-Fernández, D., *A numerical approach for the stochastic control of a two-level quantum system*, Cybernetics and Physics Journal **9** (2), 107–116, (2020).
- [61] Romero-Meléndez, C. and González-Santos, L., *An iterative algorithm for optimal control of two-level quantum systems*. Cybernetics and Physics Journal, vol. **6**, no. 4, pp. 231–238, (2017).

- [62] G. Rodríguez, J. Rodríguez *Indice cromático circular, snarks y extensiones de la familia Blanusa tipo 1*, Morfismos, Revista del Departamento de Matemáticas del CINVESTAV, Vol. 24, No. 2, 2021, pp. 1-25. ISSN 1870-6525.
- [63] Rothschild, L. P. and Stein, E. M., *Hypoelliptic differential operators and nilpotent groups*, Acta Math. **137**, no. 3-4, 247D320, 1976.
- [64] Santos, J., *El algoritmo Dual Geométrico de Goeman-Williamson para gráficas completas*, Proyecto terminal dirigido por Dra. L-E. Chávez Lomelí, Universidad Autónoma Metropolitana, 2014.
- [65] Sasane, A. J., *Algebras of Holomorphic Functions and Control Theory*. Dover Publications, Inc., Mineola, New York, 2009.
- [66] Sell, G. R. and You, Y., *Dynamics of Evolutionary Equations*, Springer-Verlag, Series: Applied Mathematical Sciences, Vol. **143**, 2002.
- [67] Seymour, P., *Matroids and multicommodity flows*, European J. Combin., **2**, pp 257–290, ISSN: 0195-6698, 1981.
- [68] Smoller, Joel, *Shock waves and reaction-diffusion equations* Second edition. Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften, Fundamental Principles of Mathematical Sciences, 258. Springer-Verlag, New York, 1994.
- [69] Strichartz, R. S., *Sub-Riemannian geometry*, J. Differential Geom., **24**, No. 2, 221-263, 1986.
- [70] Traldi, L., *Binary matroids and local complementation*. European Journal of Combinatorics, **45**, 21-40, 2015.
- [71] Treil, S., *The Stable Rank of the Algebra H^∞ equals 1*. Journal of Functional Analysis. No. **1**, 109: 130-54, 1992.
- [72] Tutte, W., *A class of Abelian groups* Canad. J. Math., **8**, ISSN: 0008-414X, 1956.
- [73] Vidyasagar, M., *Nonlinear System Analysis*. Second Edition, Prentice-Hall Electrical Engineering Series. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1993.
- [74] Welsh, D., *Matroid Theory*, Academic Press, London-New York, 1976.
- [75] Yong, J. and Zhou, X., *Stochastic Controls. Hamiltonian Systems and HJB Equations*. Springer-Verlag. New York, 1999.

Anexo A
Desglose de resultados de investigación

Producción de 2004
Artículo internacional

- J.P. Gauthier, F. Monroy-Pérez, C. Romero-Meléndez, “On complexity and motion planning for co-rank one sub-Riemannian metrics”. ESAIM Control Optim. Calc. Var. 10 (2004), no. 4, 634–65

Producción de 2005
Memoria de congreso internacional y nacional

- F. Monroy-Pérez, “Path planning for a robot with an oscillatory element in the end-effector”, Vazquez Gonzalez B., Monroy Pérez F., ISRA-04, Queretaro, México.

Presentación en evento internacional y nacional

- J. Luviano-Flores, “Espejos de dimensión 1 en espacios homogéneos Riemannianos”, XXXVII Congreso Nacional de la SMM en la Universidad Autónoma de Baja California, Campus Ensenada. Ensenada, Octubre 2004.
- J. Luviano-Flores, “Simetrías en el plano euclidiano y en el espacio”, impartida en el Cobach 1 en el marco de la 11ª Semana Nacional de Ciencia y Tecnología, organizada por Conacyt. Cuernavaca, Noviembre 2004.

Tesis de maestría

- F. Monroy-Pérez. “Non-holonomic interpolation motion planning for the car with trailers”, Jonathan Laporte, Université de Toulon, France.

Tesis de doctorado

- F. Monroy-Pérez. “Complexité métrique sous-riemannienne”, Cutberto Romero Meléndez, Université de Bourgogne, France.

Producción de 2005
Memoria de congreso internacional y nacional

- **F. Monroy-Pérez, C. Romero-Meléndez** and B. Vázquez-González, “Complexity and Path Planning for a car-like robot”. Proceedings of the 2nd. International Conference on Electrical and Electronics 2005, IEEE. pp. 463-466. 2005.
- **F. Monroy-Pérez, C. Romero-Meléndez** and B. Vázquez-González, “Driftless Non-Linear Control Systems and Complexity”. Proceedings del Congreso Nacional de Control Automático, pp. 63-68. 2005.
- **F. Monroy-Pérez**, “A hierarchy of non-holonomic constraints and step-2 nilpotent Lie algebras”, Anzaldo-Meneses A., Monroy Pérez F., PHYSCON-05, San Petersburgo, Rusia.
- **F. Monroy-Pérez**, “Geodesics, small radii spheres and wave fronts for non-holonomic distributions with growth vector $(n, n(n+1)/2)$ ”, Anzaldo-Meneses A., Monroy Pérez F., WSEAS, CONTROL-05, Venice, Italia.
- **J. Luviano-Flores, L. Sbitneva**, “Espejos de una dimensión en espacios Riemannianos”. Aportaciones Matemáticas, Memorias de la SMM 35 pp.185–199, 2005.

Producción de 2006

Artículo internacional

- A. Anzaldo-Meneses, **F. Monroy-Pérez**, “ The step-2 nilpotent $(n, n(n+1)/2)$ sub-Riemannian geometry”. J. Dyn. Control Syst. 12 (2006), no. 2, 185–216.
- A. Anzaldo-Meneses, **F. Monroy-Pérez**, “ Dynamical systems and step-2 nilpotent sub-Riemannian geometry”. WSEAS Trans. Syst. 5 (2006), no. 3, 637–642.

Memoria de congreso internacional y nacional

- **F. Monroy-Pérez**, “Metric complexity for the problem of rolling bodies”, Romero Meléndez C., Vazquez Gonzalez B., Monroy Pérez F., AMCA-06, México.

Presentación en evento internacional y nacional

- **M. Guzmán Gómez**, “Evolución de Sistemas Acoplados de Schroedinger”, XXXIX Congreso de la SMM, Tabasco, México, Octubre 2006.

- **J. Luviano-Flores**, “2-cohomología de Čech”. XXXIX Congreso Nacional de la SMM en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Octubre 2006.

Producción de 2007

Memoria de congreso internacional y nacional

- **F. Monroy-Pérez**, “Non-holonomic distributions and dynamical systems”, Anzaldo-Meneses A., Monroy Pérez F., PHYSCON-07, Potsdam, Alemania.

Capítulo de libro

- **L. E. Chávez Lomelí**, L. Goddyn, “Eulerian and Bipartite Orientable Matroids”, en “Combinatorics, Complexity and Chance. A tribute to Dominic Welsh”, Oxford University Press, (2007). Ed. G. Grimmett and C. McDiarmid.
- Anzaldo-Meneses, A., **C. Romero-Meléndez**, “Las curvas elásticas de Euler”, en “El Legado Matemático de Leonhard Euler a Trescientos Años de su Nacimiento”. Innovación Editorial Langares-UAM, pp. 181-203. 2007.
- **M. Guzmán Gómez**, “La hidrodinámica de Euler” en “El legado Matemático de Leonhard Euler a 300 años de su nacimiento”, UAM, 2007.
- **F. Monroy-Pérez**, “El Legado Matemático de Leonhard Euler, a trescientos años de su nacimiento”. Editado por A. Anzaldo-Meneses, J. Delgado y F. Monroy-Pérez, Innovación Editorial Lagares, México, 2007, ISBN: 978-970-773-375-6

Presentación en evento internacional y nacional

- **M. Guzmán Gómez**, “Evolution of solutions to the Zakharov system, EQUADIFF 2007, Vienne University of Technology, Viena, Austria. Agosto, 2007.
- **J. Luviano-Flores**, “Teoremas tipo Helly”. I Taller en Álgebra y Topología, FC-UAEM. Cuernavaca, Marzo 2007.
- **J. Luviano-Flores**, “Una conexión entre los teoremas de Helly y Borsuk”. Seminario de Becarios (Nocturno) del IMATE UNAM-CU, Octubre 2007.

- **J. Luviano-Flores**, “Una conexión entre los teoremas de Helly y Borsuk”. XL Congreso Nacional de la SMM en la Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Octubre 2007.

Tesis de licenciatura

- **Ma. Guadalupe Rodríguez S.**, *Coloración circular de gráficas*. Silvia Herrera Cortés, Licenciatura en Matemáticas Aplicadas, Universidad Autónoma de Tlaxcala, 2007.

Producción de 2008

Artículo internacional

- A. Anzaldo-Meneses, **F. Monroy-Pérez**, “ Dynamical systems and nilpotent sub-Riemannian geometry”, J. Math. Phys. 49 (2008), no. 3.
- A. Anzaldo-Meneses, **F. Monroy-Pérez**, “ Left invariant optimal control systems and sub-Riemannian geometry”, Int. J. Pure Appl. Math. 42 (2008), no. 2., 303-308.
- **M. Guzmán Gómez**, “Blowup of solutions to the Zakharov system. Proceedings of I Workshop on Asymptotics for Parabolic and Hyperbolic Systems”, Laboratorio de Computación Científica - LNCC/MCT 2008.

Presentación en evento internacional e nacional

- **M. Guzmán Gómez**, “Blow up of Solutions to the vector Zakharov System, I International interactive Workshop on Asymptotics for Parabolic and Hyperbolic Systems, Petrópolis, RJ - Brazil, 2008.
- **J. Luviano-Flores**, “Diferentes enunciados del teorema de Borsuk–Ulam”. II Taller en Álgebra y Topología, FC-UAEM. Cuernavaca, Marzo 2008.

Producción de 2009

Artículo internacional

- Marcelino Ibañez, Criel Merino, **Guadalupe Rodríguez S.**, *A note on some inequalities for the Tutte polynomial of a matroid*, ENDM967, Electronic notes on Discrete Mathematics 34 (603-607) 2009.

Memoria de congreso internacional y nacional

- **F. Monroy-Pérez**, “Sub-Riemannian approach for the Foucault pendulum”, Anzaldo-Meneses A., Monroy Pérez F., PHYSCON-09, Catania, Italia.
- **Guadalupe Rodríguez S.**, *El número circular cromático de familias infinitas de grafos cúbicos que no tienen una coloración de Tait*, I Workshop Matemática Discreta Algarve-Andalucía, 15 y 16 de octubre del 2009.

Organización de evento académico

- **F. Monroy-Pérez**, Miembro del jurado calificador en los premios Arturo Rosenblueth a las mejores tesis doctorales del Cinvestav (09).
- **F. Monroy-Pérez**, Miembro del Consejo editorial de la División de CBI de la UAM-A (09).
- **F. Monroy-Pérez**, Organizador del CONSOL-09.

Producción de 2010

Artículo internacional

- A. Anzaldo-Meneses, **F. Monroy-Pérez**, “Foucault Pendulum and sub-Riemannian geometry”, J. Math. Phys. 51 (2010).
- A. Anzaldo-Meneses, **F. Monroy-Pérez**, “A Note on the Foucault Pendulum and the Sub-Riemannian Formalism”, From Physics to Control Through an Emergent View, World Scientific, 15, 239, 2010.

Presentación en evento internacional y nacional

- **Laura E. Chávez Lomelí**, SIAM Meeting on Discrete Mathematics, “Flows in oriented matroids”, USA, 2010
- **J. Luviano-Flores**, “Número cromático fraccional en hipergráficas”. *IV* Taller en Álgebra y Topología celebrado en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Morelos. (FC-UAEM). Cuernavaca, Octubre 2010.
- **J. Luviano-Flores**, “Coloración de Hipergráficas”. *XLIII* Congreso Nacional de la SMM. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. November 2010.

Producción de 2011

Artículo internacional

- A. Anzaldo-Meneses, **F. Monroy-Pérez**, “ A survey on nilpotent sub-Riemannian geometry”, Int. J. Pure Appl. Math. 42 (2011), no. 2.
- **L. E. Chávez L.**, C. Merino y S. Noble “Some inequalities for the Tutte polynomial”, European Journal of Combinatorics, 32 (2011), 422-433.
- **L. E. Chávez L.**, Goddyn y W. Hochstättler, ”Balancing covectors”, SIAM Journal on Discrete Mathematics, (2011).
- Rafael López Bracho y **Guadalupe Rodríguez S.**, *Graph reductions using the 4-polygon to 4-star transformation*, Advances and Applications in Discrete Mathematics, Vol 7, núm. 1 (9-38), 2011. ISSN: 0974-1658, 2011.

Memoria de congreso internacional y nacional

- **C. Romero-Meléndez**, **F. Monroy-Pérez**, and B. Vázquez-González, “Motion planning and differential flatness”, Conference Proceedings. 6th International Conference on Physics and Control, PhysCon 2011. IPACS Electronic Library. León, España, 5 al 8 de septiembre de 2011.
- L. González-Santos, **C. Romero-Meléndez**, “Planificación de trayectorias mediante aproximación nilpotente: robótica no-holonómica”, CAIP2011. Proceedings del Congreso interamericano de Computación Aplicada a la Industria de Procesos, Girona España, 2011. pp. 236-241.
- **C. Romero-Meléndez**, **F. Monroy-Pérez**, B. Vazquez-Gonzalez, “Control of vibratory systems: a flatness approach”, 5th International Conference on Physics and Control (PhysCon 2011)
- C. Barrón-Romero, A. Cueto-Hernández, **F. Monroy-Pérez**, “Complete description of the static level sets for the system of two particles under a Van der Waals potential”. CCE- 2011, Mérida, México.
- Rafael López Bracho y **Guadalupe Rodríguez S.**, *Graph reductions using the 4-polygon to 4-star transformation*, Advances and Applications in Discrete Mathematics, Vol 7, núm. 1 (9-38), 2011. ISSN: 0974-1658, 2011.

Producción de 2012

Artículo internacional

- Criel Merino, Marcelino Ramírez-Ibañez y **Guadalupe Rodríguez-Sánchez**, *The Tutte polynomials of some matroids*, International Journal of Combinatorics, Vol. 2012 (2012). Article ID 430859, 40 pages.

Presentación en evento internacional y nacional

- **M. Guzmán Gómez**, “Evolución de ecuaciones no lineales de tipo Schroedinger, International Seminar on Applied Analysis, Evolution Equations and Control, Ciudad de México, Mayo de 2011.
- **M. Guzmán Gómez**, “Conservation laws in the nonlinear Schroedinger equation, Equadiff 2011, School of Mathematics of Loughborough University, United Kingdom, agosto de 2011.
- **J. Luviano-Flores**, “Una familia especial de 3–hipergráficas”. Vigésimo sexto Coloquio Víctor Neumann–Lara de teoría de las gráficas, combinatoria y sus aplicaciones en la Universidad de Hidalgo, México. Febrero 2011.
- **J. Luviano-Flores**, “Mycielsky type construction for hypergraphs concerning fractional chromatic number”. Bled’11 7th slovenian International Conference on Graph Theory. Bled Slovenia, 19-25 june 2011.
- **J. Luviano-Flores**, “Taller de Teoría de Gráficas”. Escuela de verano de Matemáticas en Querétaro en el Centro de Innovación Matemática (Cinnma). Querétaro, México, 4 de Julio 2011.

Producción de 2012

Artículo internacional

- A. Anzaldo-Meneses, **F. Monroy-Pérez**, “ On the class of optimal control problems of 3-step nilpotent systems”, Cybernetics and Physics 2 (3), 2012, 151-158
- **F. Monroy-Pérez**, **C. Romero-Meléndez**, “ Controllability and motion planning of vibratory systems: a flatness approach”, Cybernetics and Physics 1 (2), 2012, 113-119
- **F. Monroy-Pérez**, **C. Romero-Meléndez**, “ The motion planning problem: differential flatness and nilpotent approximation”, Cybernetics and Physics 2 (3), 2012, 133-142

Memoria de congreso internacional y nacional

- **F. Monroy-Pérez**, “A mathematical co-processor of modular arithmetic based on a FPGA, J.Bautista, O. Alvarado-Nava, F. Monroy-Pérez, TAEE-2012, Vigo, España.

Presentación en evento internacional y nacional

- **J. Luviano-Flores**, “Una familia de r -hipergráficas con número cromático acotado”. Vigésimo séptimo Coloquio Víctor Neumann-Lara de teoría de las gráficas, combinatoria y sus aplicaciones en la Universidad de Tlaxcala, Tlax. Marzo 2012.
- **J. Luviano-Flores**, “Construcción tipo Mycielski para hipergráficas asociado con coloración fraccional”. Álgebras no asociativas y sus aplicaciones en honor del Dr. Lev Sabinin por su 80mo. aniversario de su natalicio celebrado en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Morelos. (FC-UAEM). Cuernavaca, Junio 2012.

Producción de 2013

Artículo internacional

- **Cutberto Romero-Meléndez, Felipe Monroy-Pérez**, *The motion planning problem: differential flatness and nilpotent approximation*. Cybernetics and Physics 2 (3), 2013, 133-142.
- **A. Anzaldo-Meneses, F. Monroy-Pérez**, *Study of the Foucault pendulum within the geometric control theory perspectiva*. Cybernetics and Physics 2 (3), 2013, 89-95.

Memoria de Congreso internacional y nacional

- **C. Romero-Meléndez**, “Motion planning and differential flatness”, Conference Proceedings. 6th International Conference on Physics and Control, PhysCon 2013. 26 al 29 de Agosto, San Luis Potosí, México. 2013.
- **C. Romero-Meléndez, L. González-Santos**, “Controlabilidad y planificación de movimientos para un sistema vibratorio”, CAIP2013. Proceedings del Congreso interamericano de Computación Aplicada a la Industria de Procesos, Lima. Perú. pp. 136-141. 2013.

Presentación en evento internacional y nacional

- **M. Guzmán Gómez**, “Evolución de ecuaciones no lineales de Schrodinger”, Universidad de Concepción, Chile, mayo de 2013.

Producción de 2013

Organización de evento académico

- **F. Monroy-Pérez**. Organizador de sesión especial en PHYSCON-13.

- **F. Monroy-Pérez.** Profesor visitante en el LSIS, Francia (13).
- **F. Monroy-Pérez.** Editor de numero especial de *Physics and control* (13).
- **Ma. Guadalupe Rodríguez S.,** Dr. Jaime Cruz Sampedro, Dr. Alejandro Pérez Ricardez. Ciclo de Conferencias *Génesis y evolución del universo y de la vida*. Instalaciones UAM-A, del 30 de enero al 19 de junio de 2013 (Conferencias semanales).

Producción de 2014

Artículo internacional

- **J. Luviano-Flores,** A. Montejano, L. Montejano y D. Oliveros, “Mycielski Type Constructions for Hypergraphs Associated with Fractional Colorings”. Springer International Publishing, Boletín de la Sociedad Matemática Mexicana, Volume 20, pp. 1-16, 2014.

Artículo nacional

- **Ma. Guadalupe Rodríguez Sánchez** y Silvia Herrera Cortés, *La colocación circular de gráficas. Una aplicación al problema de cruces vehiculares*, Miscelánea Matemática 58, (2014) 11-30, SMM. . ISSN 1665-5478.

Memoria de congreso internacional y nacional

- **L. E. Chávez L.,** L. F. Hernández Sánchez, F. J. Zaragoza Martínez, “Approximation algorithms for the street sweeping problem.” Electronic ISBN: 978-1-4799-6230-3, CD-ROM ISBN: 978-1-4799-6228-0, **International conf. on Electrical engineering, computing science and automatic control (CCE).** Septiembre, 2014.
- J.P. Gauthier, **F. Monroy-Pérez,** J. Laporte, “Non-holonomic interpolation motion planning for the car with trailers”, XVI Congreso Latinoamericano de Control Automático, 2014.

Producción de 2015

Artículo internacional

- J.P. Gauthier, **F. Monroy-Pérez,** *On certain hyperelliptic signals that are natural controls for nonholonomic motion planning.* Mathematics of Control, Signals, and Systems 27 (3), 2015, 415-437.

- **Laura E. Chávez-Lomelí**, “El algoritmo dual geométrico de Goeans Williamson para el acoplamiento en gráficas completas”, Jeaneth Santos Platero, Ingeniería en Computación, 2015. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco.

Presentación en evento internacional y nacional

- **J. Luviano-Flores**, “Tropicalizando gráficas”. XXX Coloquio Víctor Neumann–Lara de teoría de las gráficas, combinatoria y sus aplicaciones en Oaxaca, Marzo 2015.
- **J. Luviano-Flores**, “Gráficas de Cayley bien cubiertas”. IX Taller en Álgebra y Topología celebrado en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Morelos. (FC-UAEM). Cuernavaca, Junio 2015.
- **J. Luviano-Flores**, “Escalonabilidad y propiedad Cohen-Macaulay en gráficas de Cayley”. Coloquio de profesores celebrado en el Departamento de Matemáticas, Cinvestav. Distrito Federal, Noviembre 2015.
- **J. Luviano-Flores**, “Escalonabilidad y propiedad Cohen-Macaulay en gráficas de Cayley”. Coloquio de estudiantes celebrado en la Unidad Académica de Matemáticas, extensión Acapulco de Juárez, UAGro. Guerrero, Diciembre 2015.

Tesis de licenciatura

- **Ma. Guadalupe Rodríguez**, *χ -equivalencia de gráficas y χ -unicidad de gráficas en base a su polinomio cromático*, alumno David Téllez Macías, Licenciatura en Ingeniería en Computación. Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, 2015.

Tesis de maestría

- **Laura E. Chávez-Lomelí**, F. J. Zaragoza Martínez “Un problema de barrido de calles”, Luis Francisco Hernández Sánchez, 2015, Ciencias de la Computación, UAM-Azcapotzalco.

Presentación en evento internacional y nacional

- **Laura E. Chávez-Lomelí**, Mini Curso: “INTRODUCCION A GRAFICAS Y MATROIDES”, XXV Escuela Nacional de Optimización y Análisis Numérico, México 2015.

- **Laura E. Chávez-Lomelí** “MATROIDES EULERIANOS”, Primer Encuentro de Matroides, México, 2015
- **MATROIDES EULERIANOS**, Primer Encuentro de Matroides, México, 2015

Organización de evento académico

- **Laura E. Chávez-Lomelí**, Miembro del comité organizador local, “XXV Escuela Nacional de Optimización y Análisis Numérico”, México 2015.
- **Laura E. Chávez-Lomelí, Ma. Guadalupe Rodríguez Sánchez**, Comité organizador “Primer Encuentro de Matroides”, México, 2015

Tesis de maestría

- **F. Monroy-Pérez**, “Localización y reconocimiento de rostros en imágenes monoculares de frente con variación de escala”, Jorge Servín Pérez, Ciencias de la Computación, UAM-Azcapotzalco, 2015.

Producción de 2016

Artículo internacional

- **F. Monroy-Pérez**, “Perspectiva histórica del principio del máximo de Pontryagin”. *Lecturas Matemáticas* 37 (2), 2016, 117-169

Capítulo de libro

- **C. Romero-Meléndez**, G. Morales-Luna. “ Henri Poincaré y David Hilbert en la Historia de la Matemática”, en Henri Poincaré y David Hilbert. *Los fundamentos de la física matemática moderna*. Editorial UAM Iztapalapa, pp. 403-431. 2016.
- **C. Romero-Meléndez**, G. Morales-Luna. “ Lógica: Deducción Natural y Lógica Cuántica”, en Henri Poincaré y David Hilbert. *Los fundamentos de la física matemática moderna*. Editorial UAM Iztapalapa, pp. 281-298. 2016.

Presentación en evento internacional y nacional

- **J. Luviano-Flores**, “Escalonabilidad y propiedad Cohen-Macaulay en gráficas de Cayley”. XXXI Coloquio Víctor Neumann-Lara de teoría de las gráficas, combinatoria y sus aplicaciones en Guanajuato, Marzo 2016.

Tesis de maestría

- **Laura E. Chávez-Lomelí**, R López Bracho. “Número acromático de gráficas gramíneas”, Ernesto Castelán Chávez. Ciencias de la Computación, UAM-Azcapotzalco. 2016.
- **Ma. Guadalupe Rodríguez S.**, *Problema de sistemas de producción cíclica aplicando el índice cromático circular*. José de Jesús Rodríguez Martínez, Posgrado en Optimización, Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, 2016.

Presentación en evento internacional y nacional

- **Laura E. Chávez-Lomelí** “FLUJOS, CIRCUITOS Y BALANCE”, Segundo encuentro de matroides, México 2016.
- **Ma. Guadalupe Rodríguez Sánchez**, *Combinatorial models for gene assembly*, co-autora: Lidia Angélica García G. ACCOTA 2018 (Aspectos Combinatorios y Computacionales de Optimización, Topología y Álgebra, Los Cabos, Baja California Sur, 27 de Noviembre al 3 de Diciembre del 2016.
- **Ma. Guadalupe Rodríguez Sánchez**, *Pintando flores en un universo de snarks*. XXXI Coloquio “Víctor Neumann” de Teoría de las Gráficas, Combinatoria y sus Aplicaciones, Guanajuato, Gto., marzo del 2016.
- **Ma. Guadalupe Rodríguez Sánchez**, *Una aplicación de teoría de matroides a redes eléctricas*. Seminario de Física y Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 19 de mayo del 2016.
- **Ma. Guadalupe Rodríguez Sánchez**, *$GF(3)$ -representabilidad de delta-matroides con matrices antisimétricas*. Segundo Encuentro de Matroides, IMATE-Cuernavaca, 24 de noviembre del 2016.

Organización de evento académico

- **Laura E. Chávez-Lomelí**, **Ma. Guadalupe Rodríguez Sánchez**, Miembro del comité organizador “Segundo Encuentro de Matroides”, México 2016.
- **M. Guzmán Gómez**. Miembro del Comité Organizador Central del “XXX Congreso de la Sociedad Matemática Mexicana”, San Luis Potosí, SLP, México.

Producción de 2017

Artículo internacional

- **C. Romero-Meléndez**, L. González-Santos. *A Numerical Approximation Approach for Quantum Optimal Control of Two-Level Systems*. International Journal of Applied Physics and Mathematics, IJAPM, 7, (4), 2017.
- **C. Romero-Meléndez**, L. González-Santos. *An iterative algorithm for Optimal Control of two-level Quantum. Systems*. Cybernetics and Physics Journal, 6, (4), pp. 231-238, 2017.

Memorias en congreso internacional y nacional

- **C. Romero-Meléndez**, L. González-Santos. “Control Óptimo en Resonancia Magnética Nuclear”. Computación Aplicada a la Industria de Procesos 1, 644-649.
- **C. Romero-Meléndez**, Leopoldo González-Santos, L. “Numerical Approximation in Optimal Control of Two-Level Quantum systems”. Conference Proceedings 8th International Conference on Physics and Control, 17-19 July, Firenze, Italy, 2017.

Presentación en evento internacional y nacional

- **J. Luviano-Flores**, “El h -vector de un Complejo Matroide”. Seminario de Combinatoria y Geometría, UAM-Azcapotzalco en Ciudad de México, Junio 2017.
- **J. Luviano-Flores**, “Una familia de r -hipergráficas con número cromático acotado por una función de su número de clán”. Seminario Galois, UAM-Azcapotzalco en Ciudad de México, Octubre 2017.
- **Ma. Guadalupe Rodríguez Sánchez**, *Conceptos fundamentales de Δ matroides para la construcción de un modelo de biología molecular. Parte I: Herramienta teórica*. XXXII Coloquio “Víctor Neumann” de Teoría de las Gráficas, Combinatoria y sus Aplicaciones. San Luis Potosí, SLP., 5 al 10 de marzo del 2017.

Tesis de licenciatura

- **Laura E. Chávez-Lomelí**, “Backing track generator”, Héctor Ignacio Marín Aréchiga. Ingeniería en Computación, 2017. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco.

Presentación en evento internacional y nacional.

- **Laura E. Chávez-Lomelí** “FLOWS ON $\sqrt[6]{I}$ MATROIDS”, PRIMA third congress, México 2017.
- **Ma. Guadalupe Rodríguez Sánchez**, *Some remarks about excluded minors for ternarity of non binary delta-matroids*, (Sesion especial: ”Matroid Theory”), PRIMA (THE PACIFIC RIM MATHEMATICAL ASSOCIATION). Oaxaca, México, 14 al 18 de Agosto del 2017.

Producción de 2018

Artículo internacional

- **J. Luviano-Flores** and E. Reyes, “On vertex-decomposable and Cohen Macaulay regular graphs”. Rocky Mountain J. Math., Volume 48, Number 8, pp. 2625 – 2651, 2018.

Memoria en congreso internacional y nacional

- **C. Romero-Meléndez**, Leopoldo González-Santos, L. Control cuántico estocástico aplicado a la resonancia magnética nuclear. Conference Proceedings, IV Congreso Multidisciplinario de Ciencias Aplicadas en Latinoamérica, Mérida Yucatán, México, del 20 al 23 de noviembre de 2018.

Tesis de licenciatura

- **Ma. Guadalupe Rodríguez S.**, *Generación de Delta-Matroides no binarios y no ternarios mediante cómputo paralelo*. Leonardo Frausto Tamayo, Licenciatura en Ingeniería en Computación, Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, 2018.

Tesis de maestría

- **Ma. Guadalupe Rodríguez S.**, Lidia Angélica García García, *Un modelo combinatorio en ensamblamiento genético*. Maestría en Optimización, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. Fecha de examen: 13 de febrero de 2018.

Presentación en evento internacional y nacional

- **Laura E. Chávez-Lomelí** “Una selección de problemas Combinatorios”, XIV Cíclo de conferencias de la licenciatura en Matemáticas aplicadas, UAEH, Pachuca México 2018.

- **Laura E. Chávez-Lomelí** “Introducción a Matroides”, Cuarto encuentro de matroides, México 2018.
- **Ma. Guadalupe Rodríguez Sánchez**, *Un modelo matemático en genética*, co-autora: Lidia Angélica García G. IV Congreso internacional de avances de las mujeres en las ciencias, las humanidades y todas las disciplinas, UAM-A, 14 al 16 de Noviembre del 2018.
- **Ma. Guadalupe Rodríguez Sánchez**, *Some results about $GF(3)$ -representability of delta-matroids*. ACCOTA 2018 (Aspectos Combinatorios y Computacionales de Optimización, Topología y Álgebra, Mérida, Yucatán, 2 al 7 de Diciembre del 2018.
- **Ma. Guadalupe Rodríguez Sánchez**, *Estructuras matroidales producidas por cortes en los vértices de una gráfica 4-regular*. IV Encuentro de Matroides, UAM-A, 10 y 11 de Diciembre del 2018.

Organización de evento académico

- **Laura E. Chávez-Lomelí, Ma. Guadalupe Rodríguez Sánchez**, Miembro del comité organizador “Cuarto Encuentro de Matroides”, México 2018.

Producción de 2019

Memoria en congreso internacional y nacional.

- **C. Romero-Meléndez, L. González-Santos**. “ STOCHASTIC OPTIMAL CONTROL APPLIED TO A TWO-LEVEL QUANTUM SYSTEM”. 9th International Scientific Conference on Physics and Control, PHYSCON 2019.
- **C. Romero-Meléndez, L. González-Santos**. “ Un Algoritmo Iterativo en Control Estocástico de Sistemas Cuánticos de Dos Niveles”. 14° Congreso Interamericano de Computación Aplicada a la Industria de Procesos, 2019.
- **Lidia Angélica García y Ma. Guadalupe Rodríguez**, *Cálculo de la distancia de inversión cromosómica usando estructuras matroidales*, Memorias de la Sociedad Matemática Mexicana, Vol. 15, 2019. ISSN 1870-2112.

Presentación en evento internacional y nacional

- **Laura E. Chávez-Lomelí** “BALANCE EN MATROIDES”, XXIII Coloquio latinoamericano de álgebra, CdMX, 2019.
- **J. Luviano-Flores**, “Propiedades de los conjuntos independientes extendidos”. XXXIV Coloquio Víctor Neumann–Lara de teoría de las gráficas, combinatoria y sus aplicaciones en Zacatecas, Marzo 2019.
- **J. Luviano-Flores**, “Propiedades de complejos simpliciales asociados a conjuntos k -estables”. Taller de Igualdad de Género en torno al Álgebra y Topología celebrado en el Centro de Investigación en Ciencias de UAEM y la Unidad de Cuernavaca del Instituto de Matemáticas de la UNAM. Cuernavaca, Octubre 2019.
- **Ma. Guadalupe Rodríguez S.**, *Algunas propiedades interesantes de las gráficas circulares*. XXXIV Coloquio ”Víctor Neumann” Teoría de las Gráficas, Combinatoria y sus Aplicaciones, Zacatecas, Zac., 3 al 8 de marzo del 2019.

Organización de evento académico

- **F. Monroy-Pérez**, Coordinador de la instalación del péndulo de Foucault en el IPN (16) y en la UAM-A (17).

Producción de 2020

Artículo internacional

- **C. Romero-Meléndez**, L. González-Santos, D. Castillo-Fernández. “A numerical approach for the stochastic control of a two-level quantum system”. *Cybernetics and Physics Journal* 9 (2), 107–116, 2020.
- B. Aguirre-Hernández, J.A. López-Rentería, A.A. Hossian, **C. Romero-Meléndez**. “Geometric and Polynomial Approaches of Complex Systems and Control in Mathematics and Applied Sciences”. *Complexity*, 2020.

Memoria en congreso internacional y nacional

- **C. Romero-Meléndez**, D. Castillo Fernández. “Almost sure exponential robust stability for the Euler-Maruyama scheme in a stochastic controlled Schrödinger equation”. *Proceedings of the V Multidisciplinary Congress of Applied Sciences in Latin America, COMCAPLA 2020*, San José de Costa Rica.

- **Ma. Guadalupe Rodríguez S.**, J. Jesús Rodríguez Martínez, *Índice cromático circular, snarks y extensiones de la familia Blanusa tipo 1*, Morfismos, Departamento de Matemáticas del CINVESTAV, Vol. 24, No. 2, (2020), pp. 1–25, ISSN 1870-6525.

Presentación en evento internacional y nacional

- **Ma. Guadalupe Rodríguez S.**, *Un modelo matemático para el cálculo de la distancia de inversión cromosómica*. XXXV Coloquio "Víctor Neumann" de Teoría de las Gráficas, Combinatoria y sus Aplicaciones, Querétaro, Rro., 1 al 6 de marzo del 2020.

Tesis de maestría

- **Laura E. Chávez-Lomelí**, M. A. Heredia Velazco. "Retiro de una bomba mediante colaboración de robots", Cristian Pérez Pérez, Posgrado en Optimización, UAM-Azcapotzalco. 2020.

Producción de 2021

Artículo internacional

- , **C. Romero-Meléndez**, D. Castillo-Fernández. "A Stochastic controlled Schrödinger equation: convergence and robust stability for numerical solutions". Cybernetics and Physics Journal 10 (3), 178-184, 2021.
- , **C. Romero-Meléndez**, D. Castillo-Fernández, L. González-Santos. *On the Boundedness of the Numerical Solutions' Mean Value in a Stochastic Lotka–Volterra Model and the Turnpike Property*. Complexity 2021 (Special Issue), 14, 2021.
- , **C. Romero-Meléndez**, D. Castillo-Fernández. "Numerical Exponential Stability of a Time-Dependent Stochastic Schrödinger Equation". International Journal of Applied Physics and Mathematics (IJAPM) 11 (1), 1-8, 2021.
- **Laura E. Chávez-Lomelí**, Criel Merino, **Guadalupe Rodríguez Sánchez**, Geoff Whittle, "A new polynomial for polymatroids", The Australasian Journal of Combinatorics, **80(3)** P. 342-360, (2021).

Presentación en evento internacional y nacional

- **Laura E. Chávez-Lomelí** "Where Combinatorics and Linear Algebra Meet", Plática invitada en CART 2021, Combinatorics and related Topic. Evento en línea.

Organización de evento académico

- **Laura E. Chávez-Lomelí, J. Luviano-Flores, Ma. Guadalupe Rodríguez.**, Miembros del comité organizador “Conversando las matemáticas”, evento en línea, 2021.

Producción de 2022

Artículo internacional

- **C. Romero-Meléndez, D. Castillo-Fernández.** “Strong convergence on a stochastic controlled Lotka-Volterra 3-species model with jumps”. *Cybernetics and Physics Journal*, 11 (4), 227-233, 2022.
- **Isidoro Gitler, Enrique Reyes y Guadalupe Rodríguez** *Theta–ring graphs, IO-compatibility and Δ –Matroids*, São Paulo Journal of Mathematical Sciences. Aceptado el 8 de agosto de 2022. ISSN 1982-6907. <https://doi.org/10.1007/s40863-022-00320-0>.

Artículo nacional

- **Ma. Guadalupe Rodríguez S. y Lidia Angélica García,** *Un modelo matemático para el estudio de las recombinaciones genéticas en ciliados*, Memorias de la XXVII Reunión Nacional Académica de Física y Matemáticas, No. 27, 2022, Páginas 229-233, ISSN 2594-1011.

Presentación en evento internacional y nacional

- **J. Luviano-Flores,** Panelista invitada en el “ Conversatorio: Las matemáticas de la UAM” sesión virtual realizada en el marco de las celebraciones por el “Día Internacional de las Mujeres Matemáticas.”^{el} 12 de mayo 2022.
- **Ma. Guadalupe Rodríguez S.** Cartel: *Un modelo matemático para el estudio de las recombinaciones genéticas en ciliados*. XXVII Reunión Nacional Académica de Física y Matemáticas. Escuela Superior de Física y Matemática, 24, 25 y 26 de agosto 2022.

Tesis de maestría

- **Ma. Guadalupe Rodríguez S.,** *Transformaciones $\Delta - Y$ en redes*. Diego Leonardo Frausto Tamayo, Posgrado en Optimización, Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco. Fecha del examen: 20 de septiembre, 2022.

Producción de 2023
Organización de evento académico

- Laura E. Chávez-Lomelí, Ma. Guadalupe Rodríguez Sánchez, Miembro del comité organizador “Quinto Encuentro de Matroides”, México 2023.

Tesis de doctorado

- Ma. Guadalupe Rodríguez S., *Interacción de gráficas de listones y delta-matroides*, en co-dirección con el Dr. Isidoro Gitler. José de Jesús Rodríguez Martínez, Posgrado en Optimización, Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco. En proceso.

Anexo B

Curriculum Vitae

Laura Elena Chávez Lomelí

Formación Académica

- Doctor of Philosophy, Simon Fraser University, Canadá, British Columbia, Circular Flow And Circular Chromatic Numbers In The Matroid Context. 2007
- Master of Science, Oxford University, Linacre College-Oxford, Reino Unido, Oxfordshire, 1994
- Actuarial, Universidad Nacional Autónoma De México, Coordinación De Investigación Científica, Facultad De Ciencias, Departamento De Matemáticas, México, Distrito Federal, Algunas Variaciones Del Teorema De Menger, 1994

Perfil Profesional

Profesor Asociado D de tiempo completo, Departamento de Ciencias Básicas, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, desde 2009.

Experiencia Laboral

- Profesor tiempo completo, Universidad Autónoma Metropolitana, 2009-
- Profesor tiempo completo, Universidad Autónoma de Chiapas, 2008-2009
- Profesor curricular, Simon Fraser University, 2007-2008
- Ayudante de profesor, Simon Fraser University, 2002-2007,
- Profesor visitante, Universidad Autónoma Metropolitana, 1997-1998
- Profesor curricular, Universidad Nacional Autónoma de México, 1995-1997
- Ayudante de profesor, Universidad Nacional Autónoma de México 1990-1992
- Analista, Banca Cremi, 1990.

Publicaciones en Revistas

- L. E. Chávez L., D. J. A. Welsh, “Randomized approximation of the number of basis of a matroid”, Contemporary Mathematics, 197,(1996)
- L. E. Chávez L., C. Merino y S. Noble “Some inequalities for the Tutte polynomial”, European Journal of Combinatorics, 32 (2011), 422-433.
- L. E. Chávez L., Goddyn y W. Hochstättler, ”Balancing covectors”, SIAM Journal on Discrete Mathematics, (2011).
- L. E. Chávez L., L. F. Hernández Sánchez, F. J. Zaragoza Martínez, “Approximation algorithms for the street sweeping problem..^Electronic ISBN: 978-1-4799-6230-3, CD-ROM ISBN: 978-1-4799-6228-0, **International conf. on Electrical engineering, computing science and automatic control (CCE)**. Septiembre, 2014.
- Laura E. Chávez-Lomelí, Criel Merino, Guadalupe Rodríguez Sánchez, Geoff Whittle, *A new polynomial for polymatroids*, The Australasian Journal of Combinatorics, **80(3)** P. 342-360, (2021).

Capítulo de libro

- Ch. L, L. E., Goddyn, “Eulerian and Bipartite Orientable Matroids”, en “Combinatorics, Complexity and Chance. A tribute to Dominic Welsh”, Oxford University Press, (2007). Ed. G. Grimmett and C. McDiarmid.

Presentaciones en Congresos Nacionales e Internacionales (2015-2021)

- Curso: INTRODUCCION A GRAFICAS Y MATROIDES, XXV Escuela Nacional de Optimización y Análisis Numérico, México 2015.
- MATROIDES EULERIANOS, Primer Encuentro de Matroides, México, 2015
- FLUJOS, CIRCUITOS Y BALANCE, Segundo encuentro de matroides, México 2016.
- FLOWS ON $\sqrt[6]{I}$ MATROIDS, PRIMA third congress, México 2017.
- UNA SELECCIÓN DE PROBLEMAS COMBINATORIOS, XIV Cíclo de conferencias de la licenciatura en Matemáticas aplicadas, UAEH, Pachuca México 2018.

- INTRODUCCIÓN A MATROIDES, Cuarto encuentro de matroides, México 2018.
- BALANCE EN MATROIDES, XXIII Coloquio latinoamericano de álgebra, CdMX, 2019.
- WHERE COMBINATORICS AND LINEAR ALGEBRA MEET, Plática invitada en CART 2021, Combinatorics and related Topic. Evento en línea.

Organización de Eventos

- Miembro del comité organizador local, “XXV Escuela Nacional de Optimización y Análisis Numérico”, México 2015.
- Comité organizador “Primer Encuentro de Matroides”, México, 2015
- Miembro del comité organizador “Segundo Encuentro de Matroides”, México 2016.
- Miembro del comité organizador “Cuarto Encuentro de Matroides”, México 2018.
- Miembro del comité organizador “Quinto Encuentro de Matroides”, México 2020.
- Miembro del comité organizador “Conversando las matemáticas”, evento en línea, 2021.

Grupos de investigación

- Cuerpo Académico de Combinatoria Y Algoritmos (PROMEP), Secretaría De Educación Pública, Dr. Rafael Lopez Bracho , Dr. Francisco Javier Zaragoza Martínez , Dr. Javier Ramírez Rodríguez , Dr. Rafael Lopez Bracho , Dra. Ana Lilia Concepción Laureano Cruces , Dra. Laura E. Chávez Lomelí , Dra. Ma. Guadalupe Rodríguez Sánchez , Gobierno Federal Centralizado, 2010

Participación en talleres y Estancias de investigación

- Fields Institute, “Thematic Program on Geometric Constraint Systems, Framework Rigidity and Distance Geometry”, Canadá, 2021.
- CMO-BIRS: Modern Techniques in Discrete Optimization: Mathematics, Algorithms and Applications, Banff Center, Rigidity, Canadá, 2015

- Fields Institute, Rigidez Combinatoria, Canadá, 2012
- Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, CBI, Departamento de Ciencias Básicas, Matroides Orientados, 2011
- Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Matemáticas, Unidad Oaxaca, Matroides Paving y el Polinomio de Tutte, 2009

Formación de recursos humanos (2015-2020)

Licenciatura

- “El algoritmo dual geométrico de Goeans Williamson para el acoplamiento en gráficas completas”, Universidad Autónoma Metropolitana / Unidad Azcapotzalco / División De Ciencias Básicas E Ingeniería (CBI), **Licenciatura** Jeaneth Santos Platero. 2015.
- “Backing track generator”, Universidad Autónoma Metropolitana / Unidad Azcapotzalco / División De Ciencias Básicas E Ingeniería (CBI), **Licenciatura**, Héctor Ignacio Marín Aréchiga. 2017.
- “Índice cromático estrella de gráficas completas”, Universidad Autónoma Metropolitana / Unidad Azcapotzalco / División De Ciencias Básicas E Ingeniería (CBI), **Licenciatura**, Andros Ariel Rosas López. En curso

Maestría

- Luis Francisco Hernández Sánchez, “Un problema de barrido de calles”, Asesores: L. E. Chávez Lomelí, F. J. Zaragoza Martínez. 2015.
- Ernesto Castelán Chávez, “Número acromático de gráficas gramíneas”, Asesores: L. E. Chávez Lomelí, R López Bracho. 2016
- Leopoldo Arturo Picazo Estrada, “Diversificación de rutas en el metro”, Asesores: L. E. Chávez Lomelí, M. A. Heredia Velazco. En curso
- Cristian Pérez Pérez, “Retiro de una bomba mediante colaboración de robots”, Asesores: L. E. Chávez Lomelí, M. A. Heredia Velazco. 2020.
- Karina Magayón Vázquez, “Coloraciones en gráficas de proximidad”, Asesores: L. E. Chávez Lomelí, M. A. Heredia Velazco. En curso.

Cursos impartidos regularmente

Licenciatura

- Matemáticas discretas.
- Complementos de matemáticas.
- Introducción al álgebra lineal.
- Combinatoria.

Posgrado

- Teoría de gráficas.
- Optimización en redes.
- Programación matemática.
- Programación Lineal.
- Temas selectos de optimización II. (una vez)
- Temas selectos de optimización IV. (una vez)

Gestión (2015-2021)

- Miembro del comité de estudios del posgrado en optimización Consejo divisional de CBI México, Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, 2012-2017, 2018-2021

Distinciones

- Beca de apoyo a la permanencia México, Universidad Autónoma metropolitana, 2011-2019
- Estímulo a la docencia y la investigación México, Universidad Autónoma Metropolitana, desde 2011

Curriculum vitae **Marisela Guzmán Gómez**

Lugar y Fecha de Nacimiento: México, D.F, 21 de junio de 1959.

Formación Académica.

- Licenciatura en Matemáticas, Departamento de Matemáticas, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. 1977-1982.
- Maestría en Matemáticas, Centro de Estudios Avanzados, IPN. 1982-1984.

- Philosophy Doctor, Especialidad Matemáticas, Universidad de Toronto, Canadá, 1990-1995. Tesis: *Regularity properties of the Davey-Stewartson system*.

Perfil Profesional Profesor-Investigador titular B, tiempo completo, Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma Metropolitana-Atzacapatzalco a partir de 1985.

Cursos Impartidos:

Cálculo Diferencial e Integral I y II, Ecuaciones Diferenciales, Complementos de Matemáticas, Cálculo de Varias Variables, Ecuaciones Diferenciales, Introducción al Álgebra Lineal, Matemáticas Aplicadas a la Ingeniería, Matemáticas Aplicadas a la Ingeniería Química, Transformada de Laplace y Análisis de Fourier, Variable Compleja, Teoría de Códigos.

Conferencias Nacionales e Internacionales:

- Tiempos finitos de Escape para algunas soluciones del sistema de Davey-Stewartson. Coloquio de Matemáticas Aplicadas, IIMAS- Ciudad Universitaria, 2000.
- Comportamiento asintótico de soluciones de ecuaciones no lineales de Schroedinger July 30, 2001
- Finite time singularities, V Joint Meeting of the American Mathematical Society and the Mexican Mathematical Society, Morelia-Mich., Mayo 2001.
- Blowup of solutions to the vector Zakharov equation, Symposium on topics in Mathematical Physics, Guanajuato, Gto. Mayo 2001.
- Nonexistence of travelling wave solutions for hyperbolic Davey-Stewartson system. International Conference on Differential Equations and their applications, EQUADIFF 10, Praga, República Checa, Agosto 2001.
- Blowup of solutions to the Zakharov system, International Conference on Differential Equations and their applications, EQUADIFF 11, Hasselt, Bélgica, Julio 2003.
- Evolución de Sistemas Acoplados de Schroedinger, XXXIX Congreso de la SMM, Tabasco, México, Octubre 2006.
- Evolution of solutions to the Zakharov system, EQUADIFF 2007, Vienna University of Technology, Viena, Austria. Agosto, 2007.

- Blow up of Solutions to the vector Zakharov System, I International interactive Workshop on Asymptotics for Parabolic and Hyperbolic Systems, Petrópolis, RJ - Brazil, 2008
- Evolución de ecuaciones no lineales de tipo Schroedinger, International Seminar on Applied Analysis, Evolution Equations and Control, Ciudad de México, Mayo de 2011.
- Conservation laws in the nonlinear Schroedinger equation, Equadiff 2011, School of Mathematics of Loughborough University, United Kingdom, agosto de 2011.
- Evolución de ecuaciones no lineales de Schroedinger, Universidad de Concepción, Chile, mayo de 2013.
- Jornadas de Análisis Matemático, UAM-Azc.

Publicaciones:

- Asymptotic Behaviour of the Davey-Stewartson System, Mathematical Reports of the Academy of Science, XVI, 2 pp 91-96, 1995.
- Nonexistence of standing waves for a Davey-Stewartson system. Aportaciones Matemáticas, Sociedad Matemática Mexicana, ,25, pp. 71-78, 1999.
- Nonexistence of travelling wave solutions for hyperbolic Davey-Stewartson system, EQUADIFF, CDROM, 2001.
- Blowup of solutions to the Zakharov system. Proceedings of I Workshop on Asymptotics for Parabolic and Hyperbolic Systems, Laboratorio de Computación Científica - LNCC/MCT 2008.

Capítulo de Libro

- La hidrodinámica de Euler, El legado Matemático de Leonhard Euler a 300 años de su nacimiento, UAM, 2007.

Participación en Instancias Universitarias.

- Coordinador de UEA del Departamento de Ciencias Básicas, Cálculo Diferencial e Integral I, 1999-2001.
- Participación en Comisión de Apoyo a la Docencia nombrada por el Consejo Divisional de CBI. 2000-2002.

Miembro de Comité Organizador

- Miembro del Comité Organizador Central del XXX Congreso de la Sociedad Matemática Mexicana, San Luis Potosí, SLP, México.
- Miembro del Comité Organizador Central del XXXIV Congreso de la Sociedad Matemática Mexicana, Hermosillo, Sonora, Octubre 2001.
- Miembro del Comité Organizador de Ferias de Matemáticas organizados en la UAM-Azcapotzalco.
- Miembro de Comités organizadores de Concursos de Matemáticas para alumnos de la División de C.B.I de la UAM Azcapotzalco.

Curriculum vitae **Johana Luviano Flores**

Datos Personales

Nombre: Johana Luviano Flores.

Lugar y fecha de nacimiento: Acapulco, Guerrero. 5 de Enero de 1983.

Correo electrónico: jlf@azc.uam.mx

Trabajo: Profesor de tiempo completo “titular A” en la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Unidad Azcapotzalco desde Mayo 2017.

Distinción: Candidata a Investigadora Nacional, Enero 2020–Diciembre 2022.

Formación

- Enero 2015–Diciembre 2015. Estancia Posdoctoral en el Programa de Maestría en Ciencias con Especialidad en Matemáticas del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Becaria del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) de México.

Proyecto académico: Anillos de Stanley–Reisler asociados a hipergráficas de Cayley.

Responsable del Proyecto: Enrique Reyes Espinoza.

- Diciembre 2013–Noviembre 2014. Estancias Posdoctorales y Sabáticas al Extranjero para la Consolidación de Grupos de Investigación. University Paris–Sud, France. Becaria del Conacyt de México.

Proyecto académico: Connectivity issues in edge-colored graphs : Algorithmic and structural studies.

Responsable del Proyecto: Yannis Manoussakis.

- Febrero 2007–Junio 2011. Doctorado en Ciencias Matemáticas en el Instituto de Matemáticas (IMATE) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) Unidad C.U. Ciudad de México.
Becaria del Conacyt de México.
Tesis: Construcción tipo Mycielski para hipergráficas asociado con coloración fraccional (Junio 2012).
Asesor: Dr. Luis Montejano Peimbert y Dra. Deborah Oliveros.
- Agosto 2004–Junio 2006. Maestría en Ciencias Matemáticas (9,0) por el IMATE UNAM–Cuernavaca. Cuernavaca, Morelos. Becaria Conacyt de México.
Tesis: Algunas aplicaciones elementales de la teoría de gavillas sobre variedades suaves (Mayo 2007). Asesor: Dr. Ernesto Lupercio Lara.
- Agosto 2000–Julio 2004. Licenciatura en Matemáticas (9,58) por la Facultad de Matemáticas de la UAGro. Acapulco, Guerrero. Becaria del Programa Nacional de Becas y Financiamiento (PRONABES).
Tesis: Espejos de dimensión 1 en espacios homogéneos Riemannianos (Octubre 2004).
Asesores: Dr. Lev Sabinin y Dra. Larissa Sbitneva.

Concursos y Reconocimientos

- Ganadora del premio Sofia Kovalévskaja, otorgado por la Sociedad Matemática Mexicana (SMM) y la Fundación Sofía Kovalévskaja. Chiapas, México. Noviembre de 2011.
- Revisión de tesis de maestría de Lidia Angélica García García, del posgrado en Optimización de la UAM–Azcapotzalco. Febrero 2018.
- Miembro del comité de doctorado de Jose Jesus Rodríguez Martínez, del posgrado en Optimización de la UAM–Azcapotzalco. 2023.

Publicaciones

- **(CIMAT-Universida de Federal Fluminense)** E. Cotterill, C. Garay, J. Luviano, “Exploring tropical differential equations” (send).
- J. Luviano y L. Sbitneva, “Espejos de una dimensión en espacios Riemannianos”. Aportaciones Matemáticas, Memorias de la SMM 35 pp.185–199, 2005.
- J. Luviano, A. Montejano, L. Montejano y D. Oliveros, “Mycielski Type Constructions for Hypergraphs Associated with Fractional Colorings”.

Springer International Publishing, Boletín de la Sociedad Matemática Mexicana, Volume 20, pp. 1 – –16, 2014.

- J. Luviano and E. Reyes, “On vertex–decomposable and Cohen Macaulay regular graphs”. Rocky Mountain J. Math., Volume 48, Number 8, pp. 2625 – 2651, 2018.

Proyectos

- **(Uam–Azcapotzalco)** J. Luviano and M. Rodríguez, “Isotropic systems of delta–matroids of embedded digraphs” (in progress).
- **(Cinvestav–Matemáticas)** J. Luviano and E. Reyes, “Matroidal properties of extended stable sets” (in progress).
- **(Paris–sud France)** J. Anglès d’Auriac, M. Chen, S. Legay, J. Luviano, Y. Manoussakis, L. Montero, “Tropical connection of vertex-colored graphs” (in progress).

Experiencia en investigación

- Estancia de investigación en la FC-UAEM, Cuernavaca. Con el estudio de Gráficas Ramanujan and expanders. En octubre 2011.
- Estancia en el Departamento de Matemáticas del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN (Cinvestav), de Junio 2006 a Enero 2007.
- **XI Taller de Modelación Matemática** en el Cinvestav. Junio 2006.
- **XIV Verano de la Investigación Científica** en la UAEM. Junio – Agosto 2004.
Becaria de la Academia Mexicana de Ciencias.

Organizaciones de eventos

- **Seminario del grupo académico Combinatoria Control y Optimización**, cada trimestre se tienen 5 platicas los días martes a las 16:00 horas.
- **Seminario del grupo académico Combinatoria Control y Optimización**, cada trimestre se tienen 5 platicas los días martes a las 16:00 horas.
- **Conversando las Matemáticas** se llevó a cabo el 10, 11 y 12 de noviembre de 2021.

Eventos Académicos

Platicas dadas en conferencias

Platicas internacionales

- “Mycielsky type construction for hypergraphs concerning fractional chromatic number”. Bled’11 7th slovenian International Conference on Graph Theory. Bled Slovenia, 19-25 june 2011.

Platicas nacionales

- Panelista invitada en el Conversatorio: Las matemáticas de la UAM sesión virtual realizada en el marco de las celebraciones por el “Día Internacional de las Mujeres Matemáticas”.^{el} 12 de mayo 2022.
- “Propiedades de complejos simpliciales asociados a conjuntos k -estables”. Taller de Igualdad de Género en torno al Álgebra y Topología celebrado en el Centro de Investigación en Ciencias de UAEM y la Unidad de Cuernavaca del Instituto de Matemáticas de la UNAM. Cuernavaca, Octubre 2019.
- “Propiedades de los conjuntos independientes extendidos”. XXXIV Coloquio Víctor Neumann–Lara de teoría de las gráficas, combinatoria y sus aplicaciones en Zacatecas, Marzo 2019.
- “Una familia de r –hipergráficas con número cromático acotado por una función de su número de clán”. Seminario Galois, UAM-Azcapotzalco en Ciudad de México, Octubre 2017.
- “El h –vector de un Complejo Matroide”. Seminario de Combinatoria y Geometría, UAM-Azcapotzalco en Ciudad de México, Junio 2017.
- “Escalonabilidad y propiedad Cohen-Macaulay en gráficas de Cayley”. XXXI Coloquio Víctor Neumann–Lara de teoría de las gráficas, combinatoria y sus aplicaciones en Guanajuato, Marzo 2016.
- “Escalonabilidad y propiedad Cohen-Macaulay en gráficas de Cayley”. Coloquio de estudiantes celebrado en la Unidad Académica de Matemáticas, extensión Acapulco de Juárez, UAGro. Guerrero, Diciembre 2015.
- “Escalonabilidad y propiedad Cohen-Macaulay en gráficas de Cayley”. Coloquio de profesores celebrado en el Departamento de Matemáticas, Cinvestav. Distrito Federal, Noviembre 2015.

- “Gráficas de Cayley bien cubiertas”. IX Taller en Álgebra y Topología celebrado en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Morelos. (FC-UAEM). Cuernavaca, Junio 2015.
- “Tropicalizando gráficas”. XXX Coloquio Víctor Neumann–Lara de teoría de las gráficas, combinatoria y sus aplicaciones en Oaxaca, Marzo 2015.
- “Construcción tipo Mycielski para hipergráficas asociado con coloración fraccional”. Álgebras no asociativas y sus aplicaciones en honor del Dr. Lev Sabinin por su 80mo. aniversario de su natalicio celebrado en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Morelos. (FC-UAEM). Cuernavaca, Junio 2012.
- “Una familia de r –hipergráficas con número cromático acotado”. Vigésimo séptimo Coloquio Víctor Neumann–Lara de teoría de las gráficas, combinatoria y sus aplicaciones en la Universidad de Tlaxcala, Tlax. Marzo 2012.
- “Taller de Teoría de Gráficas”. Escuela de verano de Matemáticas en Querétaro en el Centro de Innovación Matemática (Cinnma). Querétaro, México, 4 de Julio 2011.
- “Una familia especial de 3–hipergráficas”. Vigésimo sexto Coloquio Víctor Neumann–Lara de teoría de las gráficas, combinatoria y sus aplicaciones en la Universidad de Hidalgo, México. Febrero 2011.
- “Coloración de Hipergráficas”. *XLIII* Congreso Nacional de la SMM. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. November 2010.
- “Número cromático fraccional en hipergráficas”. *IV* Taller en Álgebra y Topología celebrado en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Morelos. (FC-UAEM). Cuernavaca, Octubre 2010.
- “Diferentes enunciados del teorema de Borsuk–Ulam”. *II* Taller en Álgebra y Topología, FC-UAEM. Cuernavaca, Marzo 2008.
- “Una conexión entre los teoremas de Helly y Borsuk”. Seminario de Becarios (Nocturno) del IMATE UNAM-CU, Octubre 2007.
- “Teoremas tipo Helly”. I Taller en Álgebra y Topología, FC-UAEM. Cuernavaca, Marzo 2007.

- “Una conexión entre los teoremas de Helly y Borsuk”. XL Congreso Nacional de la SMM en la Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Octubre 2007.
- “2-cohomología de Čech”. XXXIX Congreso Nacional de la SMM en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Octubre 2006.
- “Espejos de dimensión 1 en espacios homogéneos Riemannianos”, XXXVII Congreso Nacional de la SMM en la Universidad Autónoma de Baja California, Campus Ensenada. Ensenada, Octubre 2004.
- “Simetrías en el plano euclidiano y en el espacio”, impartida en el Cobach 1 en el marco de la 11ª Semana Nacional de Ciencia y Tecnología, organizada por Conacyt. Cuernavaca, Noviembre 2004

Asistencia a otros eventos

Internacionales

- The Third Pacific Rim Mathematical Association (PRIMA) Congress, Oaxaca, Mexico, August 14th-August 18th, 2017.
- 9th International colloquium on graph theory and combinatorics (ICGT 2014) , Grenoble, France. June 30-July 4, 2014.

Nacionales Participación en el Taller de Igualdad de Género en torno al Álgebra y Topología celebrado en el Centro de Investigación en Ciencias de UAEM y la Unidad de Cuernavaca del Instituto de Matemáticas de la UNAM. Cuernavaca, Octubre 2019.

Cursos Impartidos

- UAM-Azcapotzalco: taller de matemáticas, introducción al cálculo, Cálculo Diferencia, Cálculo Integral, complementos de matemáticas, introducción al álgebra lineal y ecuaciones diferenciales ordinarias.
- Posgrado en Optimización de la UAM-Azcapotzalco: Programación Matemática y Teoría de Gráficas.
- Licenciatura de la Unidad Académica de Matemáticas, extensión Acapulco de Juarez, UAGro.: análisis, seminario de titulación, teoría de conjunto, medida e integración y variable compleja.
- Maestría de la Unidad Académica de Matemáticas, extensión Acapulco de Juarez, UAGro.: álgebra lineal y variable compleja.

- Licenciatura en Matemáticas e Ingeniería en Matemáticas de la Escuela Superior de Física y Matemáticas (ESFM) del IPN: cálculo, álgebra, geometría analítica, matemáticas discretas y ecuaciones diferenciales ordinarias.
- Licenciatura en Tecnología de la UNAM Campus Juriquilla, Querétaro: Ecuaciones diferenciales y cálculo.
- Facultad de Ciencias (FC) de la UNAM, Campus C.U.: álgebra lineal, teoría de conjuntos, cálculo diferencial e integral y geometría moderna.
- Curso de homogeneización para alumnos de ingreso a la Licenciatura en Matemáticas en la FM-UAG.

Experiencia en investigación

- Estancia de investigación en la FC-UAEM, Cuernavaca. Con el estudio de Gráficas Ramanujan and expanders. En octubre 2011.
- Estancia en el Departamento de Matemáticas del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN (Cinvestav), de Junio 2006 a Enero 2007.
- *XI* Taller de Modelación Matemática en el Cinvestav. Junio 2006.
- *XIV* Verano de la Investigación Científica en la UAEM. Junio – Agosto 2004.
Becaria de la Academia Mexicana de Ciencias.

Curriculum vitae **Felipe Monroy-Pérez**

Personales

Nacido en la CDMX, México, el 26 de Mayo de 1956. Casado, tres hijos.

Ocupación

Profesor Investigador Titular C, tiempo completo, en el Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco.

Educación

Licenciatura en Fisico-Matemáticas, por la ESFM-IPN, México, enero 1979.
Maestría en Ciencias, especialidad en Matemáticas, Cinvestav-IPN, México, febrero 1984.

Doctorado en Filosofía (Ph.D.), en la especialidad de Matemáticas, Universidad de Toronto, Canadá, mayo 1995.

Experiencia Profesional

1. Organizador regional del INEA 83-84. Organizador de la conferencia internacional control geométrico y mecánica no-holonómica (96).
2. Evaluador del Conacyt para el padrón de excelencia de los posgrados en ciencias exactas (99) .
3. Asesor de la Academia Mexicana de la ciencia para el X Verano de la ciencia (99).
4. Organizador de la conferencia internacional GCTAA-2000.
5. Responsable del laboratorio de robótica de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la UAM-Azcapotzalco.
6. Miembro de la comisión dictaminadora de área (99).
7. Coordinador de la Maestría en Ciencias de la Computación (00).
8. Asesor de la comisión dictaminadora de área de la UAM para exámenes de oposición.
9. Profesor visitante en el INRIA, Francia (00).
10. Evaluador de Conacyt para asignación de becas de posgrado.
11. Evaluador del Fondecyt Chileno. Profesor visitante en el INRIA, Francia (02).
12. Organizador de la conferencia internacional DYSCA.
13. Coordinador de las Jornadas de Analisis Matemático y sus Aplicaciones, UAM-Azcapotzalco.
14. Miembro de la comisión para la elaboración del plan de estudios de la licenciatura en Matemáticas Aplicadas de la UAM-Cuajimalpa.
15. Organizador de la Feria de las Matemáticas y los concursos de Matemáticas en la UAM-Azcapotzalco.
16. Miembro del jurado calificador en los premios Arturo Rosenblueth a las mejores tesis doctorales del Cinvestav (09).

17. Miembro del Consejo editorial de la División de CBI de la UAM-A (09).
18. Organizador del CONSOL-09.
19. Organizador de sesión especial en PHYSCON-13.
20. Profesor visitante en el LSIS, Francia (13).
21. Editor de numero especial de *Physics and control* (13).
22. Coordinador de la instalación del péndulo de Foucault en el IPN (16) y en la UAM-A (17).

Experiencia docente

Preuniversitaria: Profesor de asignatura del CCH de la UNAM 79-82. Profesor de asignatura del Colegio Civil de la UANL 82-83.

Universitaria: Ayudante de profesor en la Universidad de Toronto 89-94. Profesor investigador en el Departamento de Ciencias Básicas de la UAM-Azcapotzalco desde 1984.

Tesis dirigidas

1. *Licenciatura:* “Manipulación y control de un brazo robótico”, Sergio Pérez Moo, Ing. Física, UAM-Azcapotzalco.
 “Control de un sistema acoplado con dos grados de libertad”, Cristobal Rodríguez. Ing. Electrónica, UAM-Azcapotzalco.
2. *Maestría:*
 “Rutas óptimas para un robot móvil en presencia de obstaculos”, Felipe Macías Rangel, Ciencias de la Computación, UAM-Azcapotzalco.
 “Localización y reconocimiento de rostros en imagenes monoculares de frente con variación de escala”, Jorge Servín Pérez, Ciencias de la Computación, UAM-Azcapotzalco.
 “Non-holonomic interpolation motion planning for the car with trailers”, Jonathan Laporte, Université de Toulon, France.
3. *Doctorado:* “Complexité métrique sous-riemanniene”, Cutberto Romero Meléndez, Université de Bourgogne, France.

Distinciones

Becario de Conacyt para estudios de Maestría. Becario del consejo divisional para estudios de posgrado. Beca Cognaugh de la Universidad de

Toronto para estudiantes distinguidos. Miembro del SNI, nivel II en el periodo 1996-2019.

Publicaciones

A. ARTÍCULOS EN REVISTAS CON ARBITRAJE

1. J.P. Gauthier, F. Monroy-Pérez, On certain hyperelliptic signals that are natural controls for nonholonomic motion planning *Mathematics of Control, Signals, and Systems* 27 (3), 2015, 415-437.
2. F. Monroy-Pérez, Perspectiva histórica del principio del máximo de Pontryagin *Lecturas Matemáticas* 37 (2), 2016, 117-169
3. F. Monroy-Pérez, C. Romero-Meléndez, Controllability and motion planning of vibratory systems: a flatness approach, *Cybernetics and Physics* 1 (2), 2012, 113-119
4. C. Romero-Meléndez, F. Monroy-Pérez, The motion planning problem: differential flatness and nilpotent approximation, *Cybernetics and Physics* 2 (3), 2012, 133-142
5. A. Anzaldo-Meneses, F. Monroy-Pérez, Study of the Foucault pendulum within the geometric control theory perspectiva, *Cybernetics and Physics* 1 (2), 2013, 89-95
6. A. Anzaldo-Meneses, F. Monroy-Pérez, On the class of optimal control problems of 3-step nilpotent systems, *Cybernetics and Physics* 2 (3), 2012, 151-158
7. F. Monroy-Pérez, A. Anzaldo-Meneses, A survey on nilpotent sub-Riemannian geometry, *Int. J. Pure Appl. Math.* 42 (2011), no. 2.
8. F. Monroy-Pérez, A. Anzaldo-Meneses, Foucault Pendulum and sub-Riemannian geometry, *J. Math. Phys.* 51 (2010).
9. A. Anzaldo-Meneses, F. Monroy-Pérez, A Note on the Foucault Pendulum and the Sub-Riemannian Formalism, in *From Physics to Control Through an Emergent View*, World Scientific, 15, 239, 2010.
10. F. Monroy-Pérez, A. Anzaldo-Meneses, Dynamical systems and nilpotent sub-Riemannian geometry *J. Math. Phys.* 49 (2008), no. 3.
11. F. Monroy-Pérez, A. Anzaldo-Meneses, Left invariant optimal control systems and sub-Riemannian geometry, *Int. J. Pure Appl. Math.* 42 (2008), no. 2., 303-308.

12. F. Monroy-Pérez, A. Anzaldo-Meneses, The step-2 nilpotent $(n, n(n+1)/2)$ sub-Riemannian geometry. *J. Dyn. Control Syst.* 12 (2006), no. 2, 185–216.
13. A. Anzaldo-Meneses, F. Monroy-Pérez, Dynamical systems and step-2 nilpotent sub-Riemannian geometry. *WSEAS Trans. Syst.* 5 (2006), no. 3, 637–642.
14. C. Romero-Meléndez, J.P. Gauthier, F. Monroy-Pérez, On complexity and motion planning for co-rank one sub-Riemannian metrics. *ESAIM Control Optim. Calc. Var.* 10 (2004), no. 4, 634–65
15. A. Anzaldo-Meneses, F. Monroy-Pérez, F. Goursat distribution and sub-Riemannian structures. *J. Math. Phys.* 44 (2003), no. 12, 6101–6111.
16. F. Monroy-Pérez, A. Anzaldo-Meneses, Optimal control on nilpotent Lie groups. *J. Dynam. Control Systems* 8 (2002), no. 4, 487–504.
17. A. Anzaldo-Meneses, F. Monroy-Pérez, Charges in magnetic fields and sub-Riemannian geodesics, in *Contemporary trends in nonlinear geometric control theory and its applications* (México City, 2000), 183–202, World Sci. Publ., River Edge, NJ, 2002.
18. V. Jurdjevic, F. Monroy-Pérez, Variational problems on Lie groups and their homogeneous spaces: elastic curves, tops, and constrained geodesic problems, in *Contemporary trends in nonlinear geometric control theory and its applications* (México City, 2000), 3–51, World Sci. Publ., River Edge, NJ, 2002.
19. F. Monroy-Pérez, A. Anzaldo-Meneses, Optimal control on the Heisenberg group. *J. Dynam. Control Systems* 5 (1999), no. 4, 473–499.
20. F. Monroy-Pérez, Three-dimensional non-Euclidean Dubins' problem. Geometric control and non-holonomic mechanics (Mexico City, 1996), 153–181, CMS Conf. Proc., 25, Amer. Math. Soc., Providence, RI, 1998.
21. F. Monroy-Pérez, Non-Euclidean Dubins' problem. *J. Dynam. Control Systems* 4 (1998), no. 2, 249–272.

B. ALGUNOS ARTÍCULOS EN EXTENSO EN CONGRESOS INTERNACIONALES
REFEREADOS

1. *Trayectorias óptimas para un robot móvil en presencia de obstaculos lineales*, Macías Rangel F, Monroy Pérez F., ENC99, Pachuca Hgo. Septiembre. 1999.
2. *Non-holonomic path planning for a mobile robot amidst polygonal obstacles*, Cordova-Zamorano J., Monroy Pérez F., ISRA 2002, Toluca, México.
3. *Path planning for a car-like robot in a polygonal cluttered environment polygonal obstacles*, Cordova-Zamorano J., Monroy Pérez F., AMCA, 2002, México.
4. *Sub-riemannian formulation for noninteracting, non relativistic particles in homogeneous magnetic fields*, Anzaldo-Meneses A., Monroy Pérez F., PHYSCON-03, San Petersburgo, Rusia.
5. *Path planning for a robot with an oscillatory element in the end-effector*, Vazquez Gonzalez B., Monroy Pérez F., ISRA-04, Queretaro, México.
6. *A hierarchy of non-holonomic constraints and step-2 nilpotent Lie algebras*, Anzaldo-Meneses A., Monroy Pérez F., PHYSCON-05, San Petersburgo, Rusia.
7. *Geodesics, small radii spheres and wave fronts for non-holonomic distributions with growth vector $(n, n(n+1)/2)$* , Anzaldo-Meneses A., Monroy Pérez F., WSEAS, CONTROL-05, Venice, Italia.
8. *Complexity and path planning for a car-like robot*, Romero Meléndez C., Vazquez Gonzalez B., Monroy Pérez F., CIE-05, México
9. *Driftless non-linear control systems and complexity*, Romero Meléndez C., Vazquez Gonzalez B., Monroy Pérez F., AMCA-05, México.
10. *Metric complexity for the problem of rolling bodies.*, Romero Meléndez C., Vazquez Gonzalez B., Monroy Pérez F., AMCA-06, México.
11. *Non-holonomic distributions and dynamical systems* Anzaldo-Meneses A., Monroy Pérez F., PHYSCON-07, Potsdam, Alemania.
12. *Sub-Riemannian approach for the Foucault pendulum* Anzaldo-Meneses A., Monroy Pérez F., PHYSCON-09, Catania, Italia.
13. *Complete description of the static level sets for the system of two particles under a Van der Waals potential* C. Barrón-Romero, A. Cueto-Hernández, F. Monroy-Pérez, CCE- 2011, Mérida, México.

14. *A mathematical co-processor of modular arithmetic based on a FPGA*, J. Bautista, O. Alvarado-Nava, F. Monroy-Pérez, TAEE-2012, Vigo, España.
15. *Non-holonomic interpolation motion planning for the car with trailers* J.P. Gauthier, F. Monroy-Pérez, J. Laporte,. XVI Congreso Latinoamericano de Control Automático

C. ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN.

1. *Control óptimo Mecánica y Geometría*, carta informativa , SMM, Mayo, 2000.

D. LIBROS EDITADOS.

1. *Contemporary trends in nonlinear geometric control theory and its applications*. Including papers from the International Conference on Geometric Control Theory and Applications held in México City, 2000. Edited by A. Anzaldo-Meneses, B. Bonnard, J. P. Gauthier and F. Monroy-Pérez. World Scientific Publishing Co., Inc., River Edge, NJ, 2002. xviii+476 pp. ISBN: 981-02-4841-5 93-06
2. *El Legado Matemático de Leonhard Euler, a trescientos años de su nacimiento*. Editado por A. Anzaldo-Meneses, J. Delgado y F. Monroy-Pérez, Innovación Editorial Lagares, México, 2007, ISBN: 978-970-773-375-6
3. *Henri Poincaré y David Hilbert y los fundamentos de la física matemática moderna*, Editores: A. Anzaldo Meneses, J. Delgado, F. Monroy Pérez y H.A. Morales-Técotl, UAM-I, ISBN:978-607-28-0788-04

E. NOTAS Y TEXTOS

1. *Curvas en R^3* . (Material de apoyo para el curso de cálculo de varias variables). Notas de curso del SAI.
2. *La transformadas integrales y sus aplicaciones*. (Material de apoyo para el curso de Matemáticas aplicadas a la ingeniería). Notas de curso del SAI.
3. *Variable compleja para estudiantes de Ingeniería*, texto.
4. *Introducción a la teoría de la simetría*. Publicación de la división de CyAD.

5. *Introducción a la teoría geométrica de control*. Notas para un curso especial en el XXX congreso de la SMM, 1998.

Conferencias

A. ALGUNAS CONFERENCIAS INTERNACIONALES

1. *The problem of Dubins in manifolds of constant curvature*, I joint meeting AMS-SMM, Guanajuato, 1995.
2. *Non-euclidean Dubins' minimizers*, summer research institute of the AMS, junio 97, Boulder, Colorado, USA.
3. *Integrability in optimal control theory*, II joint meeting AMS-SMM, Oaxaca México , diciembre 1997.
4. *Non-Euclidean Dubins' problem* International workshop on geometric control and non-holonomic problems, México D.F., Junio 1997
5. *Optimal control on the Heisenberg group*. International conference dedicated to L.D. Pontryagin, Moscu, Rusia Septiembre de 1998.
6. *Non-holonomic problems in H^3* Brockettfest, Harvard University, Boston, Octubre 1998.
7. *Optimal control on Nilpotent groups*, WCNA-2000, Catania, Italia, Julio 2000
8. *Particles in Magnetic Fields and Sub-Riemannian Geodesics*, GCTAA-2000, México D.F., Septiembre 2000
9. *Sub-Riemannian geometry*, LAWOC, 2008, Quito Ecuador.
10. *Non-linear optimal control and Sub-Riemannian geometry* IIEIMA, (2009), México D.F.
11. *Sub-Riemannian geometry for the Foucault Pendulum*, II-LAWOC, 2010, Rosario, Argentina
12. *Teoría Geométrica de Control y geometría sub-Riemanniana* XVII SIM-MAC, Costa Rica (2010)

B. ALGUNAS CONFERENCIAS NACIONALES.

1. *Control óptimo en grupos de Lie*, XXIX Congreso Nacional SMM, San Luis Potosí; Octubre 1996.

2. *Geodésicas con restricciones en espacios homogéneos*, XXX Congreso Nacional SMM, Aguascalientes, Ags., Octubre 1997.
3. *Esferas sub-Riemannianas y frentes de onda en R^{3n}* , XXXI Congreso Nacional SMM, Hermosillo, Son., Octubre 1998.
4. *De la Reina Dido al principio Máximo de Pontryagin*, UASLP, San Luis Potosí Julio 1998.
5. *Control óptimo en grupos Nilpotentes*, XXXII Congreso Nacional SMM, Guadalajara Jal., Octubre 1999.
6. *Rutas óptimas para un robot móvil en presencia de obstáculos*, ENC99, Pachuca Hgo. Sep. 1999.
7. *Cargas en campos Magnéticos y geometría sub-Riemanniana*, XXXIII Congreso Nacional SMM, Saltillo, Coah., Octubre 2000.

Curriculum vitae

María Guadalupe Rodríguez Sánchez

Formación académica

- Licenciatura en Física y Matemáticas. Especialidad en Matemáticas. Escuela Superior de Física y Matemáticas, IPN, México. Fecha de obtención del título: 30.04.1982.
- Maestría en Ciencias. Especialidad en Matemáticas. Escuela Superior de Física y Matemáticas, IPN, México. Fecha de obtención del título: 12.05.1989.
- Doctorado en Ciencias. Especialidad en Matemáticas. Centro de Investigación y Estudios Avanzados, I.P.N., México. Fecha de obtención del grado: 26.04.1999.
- Estancia Posdoctoral: Universidad Politécnica de Cataluña. Período: 01-septiembre-2001 a 01-septiembre-2002

Perfil profesional

Profesora Titular C tiempo completo. Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, México.

Grupos de investigación

- Cuerpo Academico de Combinatoria Y Algoritmos (PROMEP), Secretaria De Educación Publica, Dr. Rafael Lopez Bracho , Dr. Francisco Javier Zaragoza Martínez , Dr. Javier Ramírez Rodríguez , Dr. Rafael Lopez Bracho , Dra. Ana Lilia Concepción Laureano Cruces , Dra. Laura E. Chávez Lomelí , Dra. Ma. Guadalupe Rodríguez Sánchez , Gobierno Federal Centralizado, 2010

Publicaciones. Artículos

1. T. Matos, G. Rodríguez, *Exact Solutions of N-Dimensional Stationary Kaluza-Klein Field Equations*, Il Nuovo Cimento, Vol. 107 B, N 5 (519-526) 1992.
2. R. Becerril, T. Matos, G. Rodríguez, *Exact Solutions of $SL(N, R)$ -Invariant Chiral Equations one- and two- Dimensional Subspaces*, J. Math. Phys. 33 (10), (3521-3535) 1992.
3. G. Rodríguez, *Delta-matroides rueda ternarios*, Morfismos, Vol. 6, núm.1 (31-55) 2002, Departamento de Matemáticas del CINVESTAV.
4. Marcelino Ibañez, Criel Merino, Guadalupe Rodríguez S. *A note on some inequalities for the Tutte polynomial of a matroid*, ENDM967, Electronic notes on Discrete Mathematics 34 (603-607) 2009.
5. Rafael López Bracho y Guadalupe Rodríguez S., *Graph reductions using the 4-polygon to 4-star transformation*, Advances and Applications in Discrete Mathematics, Vol 7, núm. 1 (9-38). ISSN: 0974-1658, 2011.
6. Criel Merino, Marcelino Ramírez-Ibañez y Guadalupe Rodríguez-Sánchez, *The Tutte polynomials of some matroids*, International Journal of Combinatorics, Vol. 2012 (2012). Article ID 430859, 40 pages.
7. Ma. Guadalupe Rodríguez Sánchez y Silvia Herrera Cortés, *La coloración circular de gráficas. Una aplicación al problema de cruces vehiculares*, Miscelánea Matemática 58, (2014) 11-30, SMM. . ISSN 1665-5478.
8. Lidia Angélica García y Ma. Guadalupe Rodríguez, *Cálculo de la distancia de inversión cromosómica usando estructuras matroidales*, Memorias de la Sociedad Matemática Mexicana, Vol. 15, 2019. ISSN 1870-2112.
9. Criel Merino, Laura Chávez-Lomelí, Guadalupe Rodríguez Sánchez, Geoff Whittle, *A new polynomial for polymatroids*, The Australasian Journal of Combinatorics, Volume 80(3) (2021), Pages 342–360. ISSN 2202-3518.

10. Ma. Guadalupe Rodríguez Sánchez, J. Jesús Rodríguez Martínez, *Índice cromático circular, snarks y extensiones de la familia Blanusa tipo 1*, Morfismos, Departamento de Matemáticas del CINVESTAV, Vol. 24, No. 2, (2020), pp. 1–25, ISSN 1870-6525.
11. Isidoro Gitler, Enrique Reyes y Guadalupe Rodríguez *Theta-ring graphs, IO-compatibility and Δ -Matroids*, São Paulo Journal of Mathematical Sciences. Aceptado el 8 de agosto de 2022. ISSN 1982-6907.
<https://doi.org/10.1007/s40863-022-00320-0>
12. Ma. Guadalupe Rodríguez S. y Lidia Angélica García, *Un modelo matemático para el estudio de las recombinaciones genéticas en ciliados*, Memorias de la XXVII Reunión Nacional Académica de Física y Matemáticas, No. 27, 2022, Páginas 229-233, ISSN 2594-1011.

Publicaciones. Libros o capítulos de libros

1. Francisco Zaragoza y Guadalupe Rodríguez. *Caminos eulerianos y la fórmula de Euler. Libro: El legado matemático de Leonhard Euler. A trescientos años de su nacimiento.*, Editoriales: Innovación Editorial Lagares de México S.A. de C.V. y Universidad Autónoma Metropolitana, octubre del 2007. ISBN: 978-970-773-375-6.

Conferencias internacionales (últimos 5 años)

1. *Un modelo matemático en genética*, co-autora: Lidia Angélica García G. IV Congreso internacional de avances de las mujeres en las ciencias, las humanidades y todas las disciplinas, UAM-A, 14 al 16 de Noviembre del 2018.
2. *Some results about $GF(3)$ -representability of delta-matroids*. ACCOTA 2018 (Aspectos Combinatorios y Computacionales de Optimización, Topología y Álgebra, Mérida, Yucatán, 2 al 7 de Diciembre del 2018.
3. *Combinatorial models for gene assembly*, co-autora: Lidia Angélica García G. ACCOTA 2018 (Aspectos Combinatorios y Computacionales de Optimización, Topología y Álgebra, Los Cabos, Baja California Sur, 27 de Noviembre al 3 de Diciembre del 2016.
4. *Some remarks about excluded minors for ternarity of non binary delta-matroids*, (Sesión especial: "Matroid Theory"), PRIMA (THE PACIFIC RIM MATHEMATICAL ASSOCIATION). Oaxaca, México, 14 al 18 de Agosto del 2017.

Conferencias nacionales (últimos 5 años)

1. *Pintando flores en un universo de snarks*. XXXI Coloquio "V́ctor Neumann" de Teoría de las Gráficas, Combinatoria y sus Aplicaciones, Guanajuato, Gto., marzo del 2016.
2. *Una aplicación de teoría de matroides a redes eléctricas*. Seminario de Física y Matemáticas, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 19 de mayo del 2016.
3. *$GF(3)$ -representabilidad de delta-matroides con matrices antisimétricas*. Segundo Encuentro de Matroides, IMATE-Cuernavaca, 24 de noviembre del 2016.
4. *Conceptos fundamentales de Δ matroides para la construcción de un modelo de biología molecular. Parte I: Herramienta teórica*. XXXII Coloquio "V́ctor Neumann" de Teoría de las Gráficas, Combinatoria y sus Aplicaciones. San Luis Potosí, SLP., 5 al 10 de marzo del 2017.
5. *Estructuras matroidales producidas por cortes en los vértices de una gráfica 4-regular*. IV Encuentro de Matroides, UAM-A, 10 y 11 de Diciembre del 2018.
6. *Algunas propiedades interesantes de las gráficas circulares*. XXXIV Coloquio "V́ctor Neumann" Teoría de las Gráficas, Combinatoria y sus Aplicaciones, Zacatecas, Zac., 3 al 8 de marzo del 2019.
7. *Un modelo matemático para el cálculo de la distancia de inversión cromosómica*. XXXV Coloquio "V́ctor Neumann" de Teoría de las Gráficas, Combinatoria y sus Aplicaciones, Querétaro, Rro., 1 al 6 de marzo del 2020.
8. Cartel: *Un modelo matemático para el estudio de las recombinaciones genéticas en ciliados*. XXVII Reunión Nacional Académica de Física y Matemáticas. Escuela Superior de Física y Matemática, 24, 25 y 26 de agosto 2022.

Organización de eventos

1. Co-organizadora del ciclo de Conferencias "Génesis y evolución del universo y de la vida", Primera y Segunda Parte, año 2013.
2. Co-organizadora de los "Encuentros de Matroides" Primero, Segundo, III, IV. Reuniones nacionales de la comunidad que realiza investigación en matroides, años 2015, 2016, 2017 y 2018.

3. Co-organizadora del "Seminario de Polimatroides". Con la participación del Dr. Geoffrey Whittle de la Universidad de Virginia, NZ. En el Departamento de Ciencias Básicas, UAM-A, 2016.
4. Co-organizadora de la mesa redonda y proyección del documental de divulgación científica "El enigma Agustina", en colaboración con la Fís. Gabriela del Valle. En el Departamento de Ciencias Básicas, UAM-A, 21 de febrero de 2020.
5. Co-organizadora del coloquio "Conversando las matemáticas". En colaboración con Laura Chávez, Johana Luviano, Eréndira Munguía. En la UAM-Azcapotzalco, vía Zoom, se llevó a cabo del 10 al 12 de noviembre del año 2021.

Estancias de investigación

1. Primera semana de trabajo en Oaxaca: Del 27 de abril al 1 de mayo del 2009, semana de trabajo de investigación, visita al Dr. Criel Merino, investigador del Instituto de Matemáticas de la UNAM con sede en la ciudad de Oaxaca.
2. Segunda semana de trabajo en Oaxaca: Del 17 al 21 de agosto del 2009, se realizó una semana de trabajo de investigación en el Instituto de Matemáticas de la UNAM con sede en la ciudad de Oaxaca. Con la participación del Dr. Criel Merino, el Dr. Steve Noble de la Universidad de Oxford, el M. en C. Marcelino Ramírez Ibañez, la Dra. Laura Chávez Lomelí y la Dra. Guadalupe Rodríguez.
3. Estancia de investigación en Oaxaca: Las semanas del 10 al 22 de octubre de 2011, se hizo una estancia de investigación al Instituto de Matemáticas de la UNAM con sede en la ciudad de Oaxaca, para trabajar con el Dr. Criel Merino y el candidato a doctor Marcelino Ramírez Ibañez. Durante la visita hicimos las investigaciones y cálculos que nos permitirán escribir el reporte que tiene por título: "El polinomio de Tutte para ciertas familias de gráficas".
4. Estancia de investigación en Nueva Zelanda: Del 13 de abril al 22 de mayo de 2015, realicé una estancia de investigación en la Universidad de Victoria en Wellington, para trabajar con el Dr. Geoff Whittle.
5. Estancia por invitación al evento "Modern Techniques in Discrete Optimization: Mathematics, Algorithms and Applications". Del 8 al 13 de noviembre de 2015. Casa Matemática Oaxaca y Banff International Research Station.

6. Estancia de investigación en IMATE-UNAM, Oaxaca: Se organizó un seminario de investigación sobre delta-matroides, que consistió en la impartición de un curso corto sobre delta-matroides y representabilidad. Del 20 de septiembre al 20 de noviembre del año 2018.

Dirección de tesis. Licenciatura

1. *Coloración circular de gráficas*. Silvia Herrera Cortés, Licenciatura en Matemáticas Aplicadas, Universidad Autónoma de Tlaxcala, 2007, (Felicitación Especial de parte del jurado).
2. *χ -equivalencia de gráficas y χ -unicidad de gráficas en base a su polinomio cromático*. David Téllez Macías, Licenciatura en Ingeniería en Computación. Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, 2015.
3. *Generación de Delta-Matroides no binarios y no ternarios mediante cómputo paralelo*. Leonardo Frausto Tamayo, Licenciatura en Ingeniería en Computación, Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, 2018 [44].

Dirección de tesis. Maestría

1. *Algoritmo para calcular el Polinomio de Tutte de una gráfica que ha sido modificada mediante operaciones Delta-Estrella y Serie-Paralelo*. Eloy Gallegos Ramírez, Maestría en Ciencias de la Computación, UAM-A, 2003, (mención académica como la mejor tesis de su generación, MCC).
2. *Problema de sistemas de producción cíclica aplicando el índice cromático circular*. José de Jesús Rodríguez Martínez, Posgrado en Optimización, Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, 2016.
3. *Un modelo combinatorio en ensamblamiento genético*. Lidia Angélica García García, Posgrado en Optimización, Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, 2018.
4. *Transformaciones ΔY en redes*. Diego Leonardo Frausto Tamayo, Posgrado en Optimización, Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco. Fecha del examen: 20 de septiembre, 2022.

Dirección de tesis. Doctorado

1. *Interacción de gráficas de listones y delta-matroides*, en co-dirección con el Dr. Isidoro Gitler. José de Jesús Rodríguez Martínez, Posgrado en Optimización, Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco. En proceso.

Distinciones

1. Mejor expositora de tesis doctoral, CINVESTAV, 1996.
2. Perfil PROMEP, 2012
3. Estímulo a La Trayectoria Académica Sobresaliente UAM-A, 2012.
4. Estímulo a La Docencia E Investigación UAM-A, 2012.
5. Reconocimiento a Perfil Deseable, desde 2017 al 2021.

Curriculum vitae **Cutberto Romero Meléndez**

Fecha de nacimiento: 20 de marzo de 1959, Ciudad de México.

Educación

- Licenciatura en Física y Matemáticas, especialidad en Matemáticas. Tesis: Teorías Decidibles e Indecidibles. 1977-1980. Escuela Superior de Física y Matemáticas, IPN, México, DF.
- Maestría en Ciencias. especialidad en Matemáticas. Tesis: Estabilidad de ecuaciones diferenciales con coeficientes periódicos y resonancia paramétrica. 1989-1991. Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa, México, DF.
- Maestría en Matemáticas, Diploma de Estudios a Profundidad, D.E.A. 2000-2001. Universidad de Borgoña, Dijon, Francia.
- Doctorado en Matemáticas. Ph. D. Tesis: Complexité métrique sous-Riemannienne. 2001-2004. Universidad de Borgoña, Dijon, Francia. Mención: Très honorable.

Perfil profesional

Profesor Titular C tiempo completo. Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, México, DF.

Cursos impartidos

Complementos de Matemáticas, Cálculo Diferencial e Integral I, Cálculo Diferencial e Integral II, Introducción al Cálculo, Cálculo Diferencial, Cálculo Integral, Cálculo de Varias Variables, Introducción al Álgebra Lineal, Ecuaciones Diferenciales, Lógica, Temas Selectos de Química, Matemáticas para Administración.

Publicaciones. Artículos en revistas con arbitraje

1. Romero-Meléndez C., D. Castillo-Fernández. *Strong convergence on a stochastic controlled Lotka-Volterra 3-species model with jumps*. Cybernetics and Physics Journal, 11 (4), 227-233, 2022.
2. Romero-Meléndez C., D. Castillo-Fernández. *A Stochastic controlled Schrödinger equation: convergence and robust stability for numerical solutions*. Cybernetics and Physics Journal 10 (3), 178-184, 2021.
3. Romero-Meléndez C., D. Castillo-Fernández and L. González-Santos. *On the Boundedness of the Numerical Solutions' Mean Value in a Stochastic Lotka-Volterra Model and the Turnpike Property*. Complexity 2021 (Special Issue), 14, 2021.
4. Romero-Meléndez C., D. Castillo-Fernández. *Numerical Exponential Stability of a Time-Dependent Stochastic Schrödinger Equation*. International Journal of Applied Physics and Mathematics (IJAPM) 11 (1), 1-8, 2021.
5. Romero-Meléndez C., L. González-Santos, D Castillo-Fernández. *A numerical approach for the stochastic control of a two-level quantum system*. Cybernetics and Physics Journal 9 (2), 107–116, 2020.
6. Aguirre-Hernández B., J.A. López-Rentería, A.A. Hossian, C Romero-Meléndez. *Geometric and Polynomial Approaches of Complex Systems and Control in Mathematics and Applied Sciences*. Complexity, 2020.
7. Romero-Meléndez, C., L. González-Santos. *A Numerical Approximation Approach for Quantum Optimal Control of Two-Level Systems*. International Journal of Applied Physics and Mathematics, IJAPM, 7, (4). 2017.
8. Romero-Meléndez, C., L. González-Santos. *An iterative algorithm for Optimal Control of two-level Quantum. Systems*. Cybernetics and Physics Journal, 6, (4), pp. 231-238, 2017.

9. Romero-Meléndez, C., Monroy-Pérez, F. *The motion planning problem: differential flatness and nilpotent approximation*. Cybernetics and Physics Journal. 2, (1), pp. 133-142. 2012.
10. Monroy-Pérez, F., Romero-Meléndez, C. *Controllability and motion planning of vibratory systems: a flatness approach*. Cybernetics and Physics Journal. 2, (1), pp. 113-119. 2012.
11. Romero-Meléndez, C., Gauthier, J-P, Monroy-Pérez, F. *On complexity and motion planning for co-rank one sub-Riemannian metric*. ESAIM-Control, Optimisation and Calculus of Variations. Vol. 10 (4), 634–655. 2004.

**Publicaciones. Artículos en extenso en congresos internacionales
refereados**

1. Romero-Meléndez, C., Castillo-Fernández, *Almost sure exponential robust stability for the Euler-Maruyama scheme in a stochastic controlled Schrödinger equation*. Conference Proceedings, V Congreso Multidisciplinario de Ciencias Aplicadas en Latinoamérica, San José Costa Rica, en línea , del 6 al 9 de octubre de 2020.
2. Romero-Meléndez, C., Leopoldo González-Santos, L. *Stochastic optimal control applied to a two-level quantum system*. Conference Proceedings 9th International Conference on Physics and Control, 8-11 September, Innopolis, Kazan, Russia, 2019.
3. Romero-Meléndez, C., Leopoldo González-Santos, L. Conference Proceedings. *Un Algoritmo Iterativo en Control Estocástico de Sistemas Cuánticos de Dos Niveles*. 14 Congreso Interamericano de Computación Aplicada a la Industria de Procesos, Lima, Perú, del 21 al 24 de octubre de 2019.
4. Romero-Meléndez, C., Leopoldo González-Santos, L. *Control cuántico estocástico aplicado a la resonancia magnética nuclear*. Conference Proceedings, IV Congreso Multidisciplinario de Ciencias Aplicadas en Latinoamérica, Mérida Yucatán, México, del 20 al 23 de noviembre de 2018.
5. Romero-Meléndez, C., Leopoldo González-Santos, L. Conference Proceedings. *Control Óptimo en Resonancia Magnética Nuclear*. 13 Congreso Interamericano de Computación Aplicada a la Industria de Procesos, Ciudad de México, México, del 25 al 28 de setpiembre de 2017.

6. Romero-Meléndez, C., Leopoldo González-Santos, L. *Numerical Approximation in Optimal Control of Two-Level Quantum systems*. Conference Proceedings 8th International Conference on Physics and Control, 17-19 July, Firenze, Italy, 2017.
7. Romero-Meléndez, C. *Motion planning and differential flatness* IPACS Electronic Library. Conference Proceedings. 6th International Conference on Physics and Control, PhysCon 2013. 26 al 29 de Agosto, San Luis Potosí, México. 2013.
8. Romero-Meléndez, C., González-Santos, L. *Controlabilidad y planificación de movimientos para un sistema vibratorio*. CAIP2013. Proceedings del Congreso interamericano de Computación Aplicada a la Industria de Procesos, Lima. Perú. pp. 136-141. 2013.
9. Romero-Meléndez, C. *Control of vibratory systems: a flatness approach*. IPACS Electronic Library. Conference Proceedings. 5th International Conference on Physics and Control, PhysCon 2013. San Luis Potosí, México, 26–29th August, 2013.
10. Monroy-Pérez, F., Romero-Meléndez, C., and Vázquez-González, B. *A flatness approach for the control of vibratory systems: a case study of an elastic robot*. Memorias del Congreso Nacional de la Asociación de México de Control Automático 2011.
11. Monroy-Pérez, F., Romero-Meléndez, C., and Vázquez-González, B. *Control of vibratory systems: a flatness approach*. IPACS Electronic Library. Conference Proceedings. 5th International Conference on Physics and Control, PhysCon 2011. September 5—8, León, Spain. 2011.
12. Monroy-Pérez, F., Romero-Meléndez, C. *Metric Complexity for the problem of rolling bodies*. Proceedings del Congreso Nacional de Control Automático, pp. 123-128. 2006.
13. Romero-Meléndez, C., Monroy-Pérez, F. and Vázquez-González, B. *Complexity and Path Planning for a car-like robot*. IEEE. Proceedings of the 2nd. International Conference on Electrical and Electronics, pp. 463-466. 2005.
14. Romero-Meléndez, C., Monroy-Pérez, F. and Vázquez-González, B. *Driftless Non-Linear Control Systems and Complexity*. Proceedings del Congreso Nacional de Control Automático, pp. 63-68. 2005.

15. Romero-Meléndez, C., González-Santos, L. *Planificación de Trayectorias y Complejidad Métrica en el Problema de los Cuerpos rodantes*. CAIP2009. Proceedings del Congreso interamericano de Computación Aplicada a la Industria de Procesos. pp. 521-526. 2005.
16. Romero-Meléndez, C., González-Santos, L. *Planificación de trayectorias mediante aproximación nilpotente: robótica no-holonómica*. CAIP2011. Proceedings del Congreso interamericano de Computación Aplicada a la Industria de Procesos, Girona España, pp. 236-241. 2005.

Publicaciones. Libros o capítulos de libros

1. *Problemas de Cálculo Diferencial*. Editorial UAM. Romero-Meléndez, C., Becerril Espinosa, J. V., Omaña Pulido, Salazar Antúnez, M. Consejo Editorial de la DCBI-A. Edición: 1. ISBN: 978-607-28-1313-7. 2018.
2. *Introducción al Cálculo. Problemario..* Editorial UAM. Romero-Meléndez, C., Becerril Espinosa, J. V., Omaña Pulido, J., Salazar Antúnez, M. Consejo Editorial de la DCBI-A. Edición: 1. ISBN: 978-84-7658-994-6. 2013.
3. *Henri Poincaré y David Hilbert en la Historia de la Matemática, en Henri Poincaré y David Hilbert. Los fundamentos de la física matemática moderna*. Romero-Meléndez, C., Morales-Luna, G. Editorial UAM Iztapalapa, pp. 403-431. 2016.
4. *Lógica: Deducción Natural y Lógica Cuántica, en Henri Poincaré y David Hilbert. Los fundamentos de la física matemática moderna*. Morales-Luna, G., Romero-Meléndez, C. Editorial UAM Iztapalapa, pp. 281-298. 2016.
5. *Las curvas elásticas de Euler, en El Legado Matemático de Leonhard Euler a Trescientos Años de su Nacimiento* Anzaldo-Meneses, A., Romero-Meléndez, C. Innovación Editorial Llangres-UAM, pp. 181-203. 2007.
6. *Dos enfoques para un problema de planificación de trayectorias en Contribuciones a las Ciencias Aplicadas en Latinoamérica*. Editorial: UAM-DCBI. Edición: 1. ISBN: 9786072803237. No. de páginas: 436, México, 2014. Autor y editor.
7. *Control optimal sobre partículas de spin 1/2 en RMN en Aplicaciones de las Ciencias*. Editorial: DCBI-UAM. ISBN: 978-607-26-0912-3. No. de páginas: 518. País: México. Libro electrónico. 2016. Autor y editor.

8. *Control cuántico estocástico aplicado a la resonancia magnética nuclear en Compendio de Ciencia Aplicada 2018*. Editorial: Universidad Nacional Autónoma de México. ISBN: 978-607-30-1322-2. No. de páginas: 700. País: México. Idioma: Español e inglés. Libro electrónico y en CD, Publicado en La Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. 2018. Autor y editor.
9. *Almost sure exponential robust stability for the Euler-Maruyama scheme in a stochastic controlled Schrödinger equation en Ciencia Aplicada 2020*. Editorial: Universidad Autónoma Metropolitana. ISBN: 978-607-30-1322-2. No. de páginas: 700. País: México. Idioma: Español e inglés. TIRAJE: 300. Libro electrónico y en CD. 2020. Autor y editor.

Conferencias internacionales

1. On the turnpike property of the numerical solutions in a stochastic Lotka-Volterra model. International Symposium on Mathematical Methods Applied to the Sciences, SIMMAC XXIII. San José, Costa Rica, febrero 21 al 25 de 2021.
2. Exponential stability for a numerical solution of a stochastic Schrödinger equation dependent on time. 9th International Conference on Pure and Applied Mathematics, ICPAM 2020, on-line, july 14-17, 2020.
3. Stochastic Optimal Control of a Two-Level Quantum System. A numerical approach. International Symposium on Mathematical Methods Applied to the Sciences, SIMMAC XXII. San José, Costa Rica, febrero 25 al 28 de 2020.
4. Un Algoritmo Iterativo en Control Estocástico de Sistemas Cuánticos de Dos Niveles. 14° Congreso Interamericano de Computación Aplicada a la Industria de Procesos. Lima, Perú, del 21 al 25 de octubre de 2019.
5. Control cuántico estocástico aplicado a la resonancia magnética nuclear. IV Congreso Multidisciplinario de Ciencias Aplicadas en Latinoamérica, Mérida Yucatán, México del 20 al 23 de noviembre de 2018.
6. A Numerical Approximation Approach in Quantum Optimal of two level Systems. 6th International Conference on Pure and Pure and Applied Mathematics, ICPAM 2017. Praga, República Checa, 22 de julio de 2017.

7. Control Óptimo en Resonancia Magnética Nuclear. 13th Congreso Interamericano de Computación Aplicada a la Industria de Procesos, CAIP 2017. Ciudad de México, 25 de septiembre de 2017.
8. A Numerical Approximation Approach in Quantum Optimal of two level Systems. 6th International Conference on Pure and Pure and Applied Mathematics, ICPAM 2017. Praga, República Checa, 22 de julio de 2017.
9. An iterative algorithm for Optimal Control of two-level Quantum. Systems. 8th International Conference on Physics and Control. PHYSCON 2017. Florencia, Italia, 17 de julio de 2017.
10. Control Óptimo en Resonancia Magnética Nuclear. 13th Congreso Interamericano de Computación Aplicada a la Industria de Procesos, CAIP 2017. Ciudad de México, 25 de septiembre de 2017.
11. Control Optimal sobre partículas de spin $1/2$ en RMN. 4th Congreso Multidisciplinario de Ciencias Aplicadas en Latinoamérica, COMCAPLA 2016. La Habana, Cuba, 7 de diciembre de 2016.
12. Control of vibratory systems: a flatness approach. IPACS Electronic Library. 5th International Conference on Physics and Control, PhysCon 2013. San Luis Potosí, México, 26–29 agosto, 2013.
13. Complejidad métrica de trayectorias en geometría sub-Riemanniana. Un ejemplo endimensión 3. Congreso Latino Americano de Matemáticos, IV CLAM. 6 al 10 de agosto de 2012. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
14. An example of flatness based control of vibratory systems. International Seminar on Applied Analysis, Evolution Equations and Control, ISAAEEC. 2 al 4 de mayo de 2011. México, DF.
15. Planificación de trayectorias y Aproximación Nilpotente: Robótica no-Holonómica. Noveno Congreso interamericano de Computación Aplicada a la Industria de Procesos, CAIP2011. 30 de mayo al 3 de junio de 2011. Universidad Politécnica de Girona, España.
16. Curvas elásticas en la esfera y el plano hiperbólico. Congreso Multidisciplinario de Ciencias Aplicadas en Latinoamérica. COMCAPLA 2010. 9 al 12 de noviembre de 2010. Universidad Nacional de Ingeniería, Granada, Nicaragua.

17. Planificación de Trayectorias y Complejidad Métrica en el Problema de los Cuerpos rodantes. Octavo Congreso interamericano de Computación Aplicada a la Industria de Procesos, CAIP2009. 28 de agosto de 2009. Montevideo, Uruguay.
18. Curvas elásticas en Superficies de Curvatura Constante. Congreso Latino Americano de Matemáticos, III CLAM. 31 de Agosto al 4 de septiembre de 2009. Universidad de Santiago, Chile.
19. Complexity and motion planning. The Second Colloquium on Dynamical Systems, Control. and Applications, DYSCA-II. 30 de noviembre de 2007. México, DF.
20. On Metric Complexity in sub-Riemannian Geometry. International Congress on the Applications of Mathematics. ICAM 2006. Marzo 13 de 2006. Santiago, Chile.
21. Characterization of the optimality in the sub-Riemannian motion planning problem. International Conference on Combinatorial Geometry, Topology and Optimization. 29 de agosto de 2005. CIMAT, Guanajuato, México.
22. Complexity and Path Planning for a car-like robot. International Conference on Electrical and Electronics Engineering IEEE. 7 de septiembre de 2005. México, DF.
23. Complexity and motion planning. The First Colloquium on Dynamical Systems, Control and Applications, DYSCA-I. 4 de diciembre de 2005. México, DF.

Conferencias nacionales (últimos 3 años)

1. Control óptimo estocástico de un sistema cuántico de dos niveles. 52^o Congreso Nacional de la Sociedad Matemática Mexicana, SMM. 21 al 27 de octubre de 2019. Monterrey, Nuevo León.
2. Control cuántico estocástico aplicado a la resonancia magnética nuclear. IV Congreso Multidisciplinario de Ciencias Aplicadas en Latinoamérica, Mérida Yucatán, México del 20 al 23 de noviembre de 2018.
3. Control Óptimo en Sistemas Cuánticos de dos niveles: un enfoque Numérico. 50^o Congreso Nacional de la Sociedad Matemática Mexicana, SMM. 22 de octubre de 2017. Ciudad de México.

Actividades académicas destacadas (últimos 5 años)

1. Miembro de la Comisión Dictaminadora de Área, 2015.
2. Evaluador de CONACyT para asignación de becas de Posgrado.
3. Editor invitado de la revista: Special Issue "Geometric and Polynomial Approaches of Complex Systems and Control in Mathematics and Applied Sciences" in Complexity, 2020-2021. <https://www.hindawi.com/journals/>
4. Miembro del Comité Científico del congreso: International Journal of Applied Physics and Mathematics, IJAPM, desde 2017. <http://www.ijapm.org/>
5. Taller: Demostraciones visuales. Feria de Metropolitana del libro, LibroFest en la UAM Azcapotzalco. 2017, 2018, 2019, 2020 y 2022. México, DF.
6. Taller: Superficies minimales jabonosas. Feria de Metropolitana del libro, LibroFest en la UAM Azcapotzalco. 2017, 2018, 2019, 2020 y 2022. México, DF.
7. General Chairman del Congreso Multidisciplinario de Ciencias Aplicadas en Latinoamérica, COMCAPLA, 2010, 2014, 2016, 2018, 2020.
8. Miembro del Comité Científico de la revista Complexity, perteneciente a HINDAWI JOURNALS, United Kingdom, 2018, 2019, 2020, 2021. <https://www.hindawi.com/journals/complexity/>
9. Miembro del comité organizador de las Ferias de Matemáticas en la UAM Azcapotzalco.
10. Miembro del comité organizador de los concursos de Matemáticas E. Galois y L. Euler, en la UAM Azcapotzalco.
11. Asesor del equipo estudiantil de la UAM, participante en los concursos de Ciencias Básicas de la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería, ANFEI, 2019, 2020, 2021, 2022.
12. Asesor del equipo estudiantil de la UAM, participante en los concursos de Matemáticas de Instituciones de Enseñanza Superior, organizado por la UNAM, el IPN, la UAM y el CONAMAT, 2020, 2021, 2022.
13. Organizador en la UAM del Concurso de Matemáticas de Instituciones de Enseñanza Superior, organizado por la UNAM, el IPN, la UAM y el CONAMAT, 2020, 2021, 2022.

14. Miembro de la Red de Investigación México-Francia, MUFRAMEX, desde 2021.

Dirección de tesis. Licenciatura

1. Sistema para la generación de árboles genealógicos e identificación. Ingeniería en Computación. 2016. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco.
2. Un algoritmo iterativo de control estocástico para un sistema cuántico de dos niveles. Ingeniería Física, 2020. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco.
3. Algoritmo de simulación estocástica para un sistema cuántico de dos niveles por medio de Runge-Kutta de varios órdenes. Ingeniería Física, 2022. Alumno José Alfredo López García, matrícula 2183037856. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco. En proceso.
4. Estudio del comportamiento de las soluciones numéricas de un modelo de población, utilizando el método de Runge-Kutta. Ingeniería en Computación, 2022. Alumno Alejandro Herrera Olivares, matrícula 2183040255. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco. En proceso.

Distinciones

1. Premio a la Docencia en la UAM Azcapotzalco, 1992.
2. Beca CONACyT para estudios de Maestría y Doctorado.
3. S.N.I. Candidato a Investigador Nacional (C), 2005-2008.
4. Miembro de la Red de Investigación México-Francia: MUFRAMEX, de 2021 a la fecha.
5. Perfil Deseable PROMEP-PRODEP, 2013-2024.
6. S.N.I. Investigador Nacional Nivel I, 2022-2024.