

Líneas de generación y/o aplicación del conocimiento que cultivan los cuerpos académicos de la División de Ciencias Naturales e Ingeniería

Cuerpo Académico	Nombre de la línea	Descripción
Fisiología Celular y Tisular	Biología molecular y celular	Algunos de los temas de esta línea de investigación son señalización, comunicación celular, efectos terapéuticos, bioinformática, efectos patológicos, diferenciación celular, entre otros de interés biomédico.
	Métodos y herramientas en evaluación de la salud	El objetivo de esta línea de investigación es diseñar, identificar, caracterizar o validar nuevos métodos diagnósticos, predictivos o terapéuticos en condiciones patológicas de diferentes sistemas, incluyendo ingeniería y diseño de materiales, diagnóstico molecular, histopatología, ingeniería de tejidos, entre otros. Se realiza trabajo teórico y experimental en diferentes seres vivos.
Estudios Moleculares de Sistemas Biológicos	Estructura y Reconocimiento Molecular en Proteínas	En esta línea se incluyen trabajos experimentales dedicados al conocimiento de la estabilidad estructural de proteínas, desde el punto de vista de la termodinámica de equilibrio hasta los procesos cinéticos que la llevan a ese equilibrio. También está incluido el estudio del mecanismo de plegamiento y el proceso evolutivo de las proteínas; así como conocer detalles de las interacciones con otras proteínas y diferentes moléculas como ligandos naturales o artificiales, cosolutos y solventes. Una de las aplicaciones prácticas de esta línea es el diseño racional de modificaciones en la secuencia de aminoácidos que confieran a la cadena polipeptídica estabilidad a condiciones extremas de temperatura, fuerza iónica, acidez, entre otras.
	Síntesis y Caracterización de Compuestos Bioactivos	Esta línea de investigación tiene como objetivo estudiar desde diferentes metodologías experimentales las propiedades moleculares que le confieren a las sustancias su actividad biológica. Esta actividad debe entenderse de la forma más amplia en donde se incluye su función como sustrato, inhibidor, cofactor o fármaco potencial, entre otras. Los estudios que se desarrollan bajo esta línea incluyen el uso de métodos espectroscópicos para caracterizar compuestos, la síntesis de nuevas moléculas o derivados de compuestos líder, estudios de asociación de las moléculas bioactivas con sus receptores, sobre líneas celulares, tejidos u organismos biológicos. Las metodologías antes mencionadas están orientadas a identificar los efectos de compuestos novedosos en la sobrevivencia, muerte y diferenciación de sistemas biológicos, así como los mecanismos moleculares o vías de señalización que desencadenan estos efectos.
	Análisis computacional de biomoléculas	Los trabajos que se incluyen en esta línea de investigación comprenden el uso de equipos de cómputo, servidores de Internet, bases de datos y paquetería de cómputo para resolver problemas de interés biológico a nivel molecular. Implica el uso de herramientas bioinformáticas y de bioquímica computacional para comprender y analizar secuencias de aminoácidos, estructuras tridimensionales y las interacciones intermoleculares de compuestos químicos de relevancia biológica. También incluye la utilización de simulaciones de dinámica molecular y anclaje de sustratos, estudios de reactividad a través de cálculos de estructura electrónica, relaciones cuantitativas entre la estructura y la actividad (QSAR), diseño racional de ligandos y fármacos, además de la articulación de los resultados con las otras líneas de investigación.
Dinámica de Sistemas: Modelado, Análisis y Simulación	Modelado y simulación de sistemas	La línea de investigación de "Modelado y simulación de sistemas" consiste en el planteamiento de modelos matemáticos y computacionales que describen fenómenos que pudieran involucrar gran cantidad de variables, tales como la propagación de virus y rumores, el tráfico vehicular, el flujo peatonal, los fluidos, etc., a través de la construcción de algoritmos y modelos de programación.
	Teoría cinética, flujos y modelos relacionados	La teoría cinética de los gases, cuyas bases fueron establecidas por J. C. Maxwell y L. Boltzmann, es muy utilizada y ha probado ser efectiva no solamente para el estudio de gases diluidos sino también para el estudio de otros sistemas como el flujo vehicular, sistemas biológicos, sistemas sociales, etc. Este formalismo permite calcular, a partir del estudio de la dinámica de las partículas individuales que constituyen el sistema, dictada por ecuaciones cinéticas, la variables locales del mismo como función de la posición y el tiempo. De esta forma, se calculan los coeficientes de transporte que cuantifican la reacción del sistema ante los gradientes presentes en el mismo. La LGAC de teoría cinética en el CA de "Dinámica de sistemas: modelado, análisis y simulación" tiene como objeto de trabajo aquellos sistemas para los cuales los fenómenos de transporte son clave. Los fenómenos de transporte en sistemas tanto neutros como ionizados, relativistas como no relativistas, tanto neutros como ionizados, es también un tema de gran interés en la actualidad cuyo estudio riguroso es uno de los objetivos de esta LGAC. Por otro lado, el estudio del flujo vehicular, peatonal y otros sistemas biológicos y sociales, desde el punto de vista de la teoría cinética ha sido escasamente estudiado y es un tema de gran interés para esta LGAC, ya que nos permite obtener los coeficientes de transporte de manera natural, además de dar una base rigurosa a las teorías macroscópicas desarrolladas heurísticamente. Los modelos cinéticos además nos proveen de las ecuaciones que describen los flujos a nivel microscópico cuyo análisis y solución es también un problema de enorme interés.
	Análisis de sistemas dinámicos	La línea de investigación "Análisis de sistemas dinámicos" aborda el estudio analítico, cualitativo y numérico de sistemas de ecuaciones diferenciales para la descripción, control y optimización de diversos fenómenos tales como la dinámica de cuerpos en campos gravitacionales, la dinámica de poblaciones, la cinética química, la dinámica de fluidos, entre otros.
Modelos Matemáticos Continuos y Aplicaciones en Física y Geometría	Geometría Diferencial de superficies	En esta línea de investigación se estudian las aplicaciones de la geometría diferencial a la física de curvas y superficies, como membranas biológicas y materia condensada suave. También se utilizan otras herramientas de teoría de campo, transiciones de fase y física estadística.
	Física Estadística dentro y fuera de equilibrio	En esta línea se estudian aspectos teóricos de la termodinámica estadística tanto en equilibrio como ciertos procesos de transporte. En particular son de interés los fluidos relativistas, los sistemas cuánticos poliméricos de la cuantización por lazos, y la difusión en sistemas confinados y en superficies curvas.
	Análisis funcional y métodos matemáticos en ecuaciones diferenciales	En esta línea se desarrollan aplicaciones del análisis funcional y métodos matemáticos orientado al estudio de ecuaciones diferenciales parciales y ordinarias no lineales que se usan en el modelado de problemas en general de aplicación de la matemáticas a las ciencias en general; también se estudian a través de semigrupos de operadores ecuaciones de evolución, como por ejemplo las de la dinámica de mercados financieros y sus relaciones con fenómenos físicos.

Líneas de generación y/o aplicación del conocimiento que cultivan los cuerpos académicos de la División de Ciencias Naturales e Ingeniería

Cuerpo Académico	Nombre de la línea	Descripción
Física Matemática	Ecuaciones Diferenciales	Dentro del Departamento de Matemáticas Aplicadas y Sistemas (DMAS) esta línea de las matemáticas estudia las leyes que gobiernan los fenómenos (dinámicos) de la naturaleza y éstos se expresan habitualmente en forma de ecuaciones que involucran cambio(s) de una(s) variable(s) con respecto a otra(s) (generalmente de forma continua). Las ecuaciones de movimiento de los cuerpos (leyes dinámicas) son ecuaciones diferenciales como por ejemplo, la ecuación que describe los sistemas oscilantes, la propagación de las ondas, la transmisión del calor, los fenómenos de difusión y transporte, el movimiento de partículas subatómicas (dinámica cuántica), la dinámica de poblaciones, la dinámica de fluidos, etc. El objetivo es encontrar y/o caracterizar la(s) solución(es) de ecuaciones diferenciales que modelan (bajo perturbaciones, bajo perturbación de simetrías, bajo condiciones iniciales y/o de frontera etc.) estos sistemas que aparecen tanto en la naturaleza como en la ciencia pura misma y si es el caso investigar nuevas aplicaciones y/o posibles generalizaciones.
	Transiciones de Fase y Fenómenos Críticos	El término Transiciones de Fase se refiere al cambio entre estados que exhiben diversos sistemas de la naturaleza cuando son alteradas las condiciones a las que están expuestos. Un ejemplo típico aparece en la física al considerar los estados de agregación (sólido, líquido, gaseoso) en los que puede encontrarse el agua a medida que se varían sus condiciones de temperatura y presión. Al pasar de un estado a otro decimos que el sistema (agua en un contenedor en este caso) sufre una transición de fase. Más aún, pasando por una condición particular de presión y temperatura se tiene un comportamiento en que el agua se convierte en vapor sin cambio aparente. Este comportamiento se conoce como Fenómeno Crítico y generalmente ocurre en una transición de fase continua. Existen en la física una variedad de transiciones de fase y fenómenos críticos. De especial importancia son la transición ferromagnética en la que un material adquiere propiedades magnéticas y la transición superconductor donde el material pierde su resistencia eléctrica. Bajo ciertas condiciones se sabe que en ambas transiciones también ocurren fenómenos críticos. Este tipo de comportamiento, sin embargo, no es exclusivo de los sistemas físicos sino que se ha encontrado en diversos fenómenos de la naturaleza, y ahí radica su importancia. Por ejemplo, se sabe que modelos que describen la dinámica de ciertas poblaciones exhiben transiciones de fase entre comportamientos cualitativamente diferentes. En el contexto de la biofísica, en particular, la dinámica de los sistemas genéticos muestra una riqueza impresionante de fases y transiciones entre ellas asociadas a la variabilidad genética de la población como función de los operadores de selección, mutación y recombinación. Otros problemas específicos a la escala de la célula involucran transiciones morfológicas de células sanguíneas y en general de la membrana celular. En una escala aún más fundamental se sabe de transiciones de fase que se dan al nivel de la mecánica del ADN. Además de la biología, otras áreas en las que se conocen problemas relacionados son la ecología, sociología, ciencias de la atmósfera, etc. Esto hace suponer, de manera general, que las transiciones de fase son una característica intrínseca de todos los sistemas de la naturaleza, y por tal motivo resulta atractivo estudiar sistemas que van desde los usuales en física teórica hasta los modelos matemáticos de dinámica de poblaciones, biología celular, clima, tráfico, etc. Las metodologías para lograr el acercamiento a esta LGCA están fuertemente fundamentadas en la mecánica estadística, teoría clásica y cuántica de campos, geometría diferencial de curvas y superficies, teoría cinética, y la teoría de los sistemas dinámicos no lineales, las cuales son áreas de especialidad de varios integrantes del Cuerpo Académico de Física Matemática. La aproximación a la solución de algunos de estos problemas será a través de modelos de juguete que contengan las características esenciales del sistema. En el caso de la transición de fase ferromagnética, por ejemplo, consideraremos modelos tipo Ising y sus variedades mecánico estadísticas y de teoría de campos. Para la dinámica genética utilizaremos modelos robustos de la genética de poblaciones pero en límites simplificados donde sea posible obtener información analítica relevante. Finalmente, los problemas asociados al comportamiento de las células y su membrana serán caracterizados por modelos de superficies definidas por teorías de campos específicas. A pesar de las simplificaciones, estos modelos pueden utilizarse inclusive para estudiar problemas de gravitación, cosmología, etc., y en general no pueden resolverse de manera exacta. En este sentido resulta de crucial importancia la experiencia en cálculos y simulaciones numéricas de los integrantes de este Cuerpo Académico. Dado que tenemos trabajos publicados en varias de las direcciones indicadas, algunos de ellos ya en colaboración, tenemos la plena confianza que podemos iniciar el proceso de consolidación y continuar obteniendo resultados publicables, ya sea analíticos (exactos o aproximados), numéricos o de simulaciones, los cuales además podemos seguir contrastando con las investigaciones de la comunidad científica del área.
	Física Teórica	Una parte fundamental del desarrollo de las Matemáticas Aplicadas se debe a la Física Teórica. En esta línea de investigación se estudian y aplican diferentes ramas de las matemáticas para describir y modelar diversos fenómenos físicos. Particularmente se estudian fenómenos de altas energías, gravitacionales y biofísicos. Por ejemplo, se estudia geometría diferencial para describir fenómenos gravitacionales y biológicos. También se estudia teoría de grupos de Lie y sus aplicaciones en teoría cuántica de campos para describir interacciones fundamentales. Adicionalmente se aplican los grupos de Lie para entender simetrías de diferentes ecuaciones que surgen en la física y biofísica. De forma complementaria se usan las herramientas matemáticas de la física para estudiar disciplinas externas a la física, por ejemplo se aplican las herramientas matemáticas de la mecánica cuántica para estudiar modelos financieros.

Líneas de generación y/o aplicación del conocimiento que cultivan los cuerpos académicos de la División de Ciencias Naturales e Ingeniería

Cuerpo Académico	Nombre de la línea	Descripción
Matemáticas y Computación	Teoría de Gráficas	Este campo de las matemáticas es una de las especialidades que ha tenido un desarrollo más dinámico y que más interés ha causado en los últimos tiempos. Representa una de las áreas más destacadas dentro de las Matemáticas Discretas y, al mismo tiempo, es una poderosa herramienta en todas las áreas del conocimiento por su versatilidad en el uso y representación de modelos. Particularmente, cabe destacar su uso en la fundamentación teórica de la computación: sus importantes aportaciones en el diseño de algoritmos, estructuras de datos, geometría computacional y combinatoria en general. Algunos de los proyectos de investigación que se contemplan dentro de esta LGAC son precisamente las relativas a su uso dentro de la Geometría Computacional, el Análisis y Diseño de Algoritmos y el estudio y caracterización de Estructuras con características dadas en gráficas y digráficas, así como la relación de tales estructuras con otros conceptos estudiados por otros grupos de investigación en México y el mundo: Estructuras en Gráficas y Digráficas, Número Cromático y Dicromático, Núcleos, Número de Cruce, entre otros.
	Cómputo Científico	El Cómputo Científico como LGAC estudia y trata de dar respuesta a problemas que surgen en diversas ramas de las ciencias, ingeniería y la industria, cuyos modelos matemáticos por lo general resultan ser complejos y requieren de un procesamiento computacional especializado. El Cómputo Científico hace uso de una amplia gama de técnicas matemáticas y computacionales entre las cuales se pueden mencionar el Procesamiento en Paralelo, Análisis Numérico, Algoritmos Genéticos, Simulación, Visión por Computadora, Súper Cómputo y Computación Distribuida. Las técnicas a emplear para la obtención de resultados dependerán de la naturaleza del problema. Los resultados obtenidos mediante el Cómputo Científico son de gran valor tanto para la investigación básica como para la aplicada. En este momento, los intereses del grupo se centran en Problemas Inversos, Simulación de Sistemas Físicos, Estudio y Simulación de Nuevos Materiales, Dinámica de Fluidos, Optimización, Cómputo Distribuido (Incluyendo Objetos de Aprendizaje) y Visión por Computadora.
	Algoritmos y Estrategias Evolutivas	Ya en los años 50's y 60's investigadores en las áreas de matemáticas aplicadas y computación estudiaban los sistemas evolutivos con la idea de que los mecanismos de la evolución pudiesen ser usados como modelos / técnicas de optimización para problemas de ingeniería. Durante los últimos 30 años ha habido un creciente interés en la confrontación de técnicas de resolución de problemas basados sobre principios de la evolución y de la herencia. Tales técnicas consideran: (1) una población de soluciones potenciales, (2) una función de selección basada sobre el "fitness" (adecuación) de los elementos de la población, y (3) un conjunto de operadores / métodos genéticos. La idea básica de estas técnicas consiste en hacer evolucionar (progresar) una población de soluciones potenciales para un problema dado usando operadores que se inspiran en la variabilidad natural genética y en la selección natural. En esta LGAC se analizan y desarrollan (análisis de complejidad y eficiencia, diseño e implementación) nuevos esquemas y paradigmas evolutivos para la resolución de problemas de búsqueda y optimización. Uno de los objetivos consiste en implementar los algoritmos evolutivos con herramientas modernas, tales como sistemas paralelos y distribuidos, para lo cual se pretende modificar los modelos de tales algoritmos. Esta línea de investigación resulta de gran interés por su impacto y relación con problemas de frontera en Nanotecnología, Ciencias de Materiales, FísicoQuímica, Dinámica de Partículas, FísicoMatemática, Bioinformática y Neurociencias. El área de la Bioinformática, por ejemplo, ofrece un rico escenario para el uso de algoritmos genéticos y estrategias evolutivas en problemas tales como: docking, diseño molecular, folding, folding inverso, docking inverso, docking proteinaproteína y modelado de estructura de proteínas.
Físicoquímica y Diseño Molecular	Síntesis Molecular	En esta línea se desarrollan proyectos de investigación en ciencia básica y aplicada enfocados a la generación de nuevas técnicas y metodologías para la obtención de moléculas novedosas, privilegiando el uso de estrategias de la química verde a través de energías alternativas como microondas, sonoquímica, mecanoquímica, entre otras.
	Físicoquímica Molecular	En esta línea se desarrollan proyectos teóricos y experimentales de investigación en ciencia básica y aplicada orientados al estudio de las propiedades físicoquímicas de sistemas moleculares, tanto en lo individual como en lo colectivo.
	Ingeniería y Diseño Molecular	En esta línea se desarrollan proyectos de investigación en ciencia básica y aplicada centrados en el diseño teóricoexperimental y en la implementación de sistemas moleculares con potencial para resolver problemas de interés biológico o industrial. Asimismo, esta línea puede ser integradora de las otras dos LGAC.

Líneas de generación y/o aplicación del conocimiento que cultivan los cuerpos académicos de la División de Ciencias Naturales e Ingeniería

Cuerpo Académico	Nombre de la línea	Descripción
Fisicoquímica e Interacciones de Biomoléculas	Catálisis enzimática	En esta LGAC se considera el estudio de áreas particulares como la obtención y caracterización de enzimas y sus procesos catalíticos, inmovilización de enzimas en superficies o nanopartículas, el desarrollo de procesos enzimáticos en medio orgánico para la síntesis de ésteres de derivados de productos naturales como alcaloides, azúcares y antioxidantes. También el desarrollo de procesos biocatalíticos para la producción de compuestos de interés alimentario, ambiental y farmacéutico. Así como el descubrimiento y caracterización de nuevas enzimas de interés industrial mediante el desarrollo de genotecas metagenómicas.
	Propiedades superficiales e interfaciales de biomoléculas.	El uso de componentes biológicos como son proteínas (enzimas), carbohidratos, lípidos, ADN y ARN para la creación de nuevas estructuras y / o materiales es cada día más frecuente y es en estos momentos una de las áreas de mayor desarrollo teórico y tecnológico dada la gran variedad de usos que existen para ellos en diversas industria como son la química, farmacéutica, cosméticos, alimentos y otras. En la mayoría de estos sistemas la presencia de estos componentes en una superficie o interfase es de primordial importancia por el efecto que pueden tener en el funcionamiento de las estructuras creadas. De ahí la importancia de poder evaluar y cuantificar los diferentes factores que intervienen en los procesos de adsorción superficial.
Biosistemas en Medio Ambiente y Energía (BMAE)	Diversidad y función microbiana en ambientes diversos (ecología microbiana, biodeterioro, biología molecular, biogeoquímica)	El estudio de la estructura y función de comunidades microbianas en diversos ambientes, tanto naturales como industriales, y la detección de capacidades nuevas o bajo condiciones de interés, es crucial para determinar su uso potencial en nuevos sistemas de tratamiento de contaminantes y producción de energía, mejorar los ya existentes o evitar la acción perjudicial de algunos microorganismos en ciertos ambientes. Por otro lado, relación entre una actividad microbiana específica y los procesos moleculares involucrados son útiles para comprender la función y los mecanismos involucrados que permitirán aumentar su actividad. Esto puede ser realizado a través del establecimiento de las condiciones ambientales adecuadas o modificaciones genéticas de las poblaciones microbianas de interés. Para lograr lo anteriormente expuesto se emplean técnicas tradicionales de microbiología, biología molecular e ingeniería genética. Los trabajos que se desarrollan en esta LGAC son: la caracterización y evolución de poblaciones microbianas presentes en sistemas de tratamiento para la remoción de compuestos contaminantes, en estudio de biodeterioro de materiales (concreto, metal, piedras, etc.), en instalaciones mineras así como en ambientes naturales extremos hipersalinos, alcalinos, ácidos o termófilos y en ambientes contaminados. Además de realizar estudios de biología molecular para analizar microorganismos de interés ambiental. Esta línea sustenta las otras LGAC del CA.
	Sistemas biológicos para el tratamiento de problemas ambientales (suelo, agua, aire, suelo y residuos, concreto).	Los contaminantes emitidos continuamente por la actividad humana tienen efectos locales, regionales o globales, los tratamientos biológicos constituyen una opción efectiva y económicamente viable. En esta línea hasta la fecha se han realizado estudios para tratar la contaminación ocasionada por la liberación de compuestos recalcitrantes que contaminan aire, agua y suelo, involucrando procesos tanto a nivel laboratorio como desarrollos tecnológicos. Temas específicos involucran tratamiento de malos olores ocasionados por compuestos de azufre, y compuestos orgánicos volátiles por biofiltración, eliminación de hidrocarburos del petróleo y pesticidas en suelos y aditivos oxigenantes de la gasolina, así como, de metales en acuíferos, la captura de CO2 en fotobiorreactores y la eliminación de gases de combustión y de efecto invernadero que ocasionan problemas de lluvia ácida y cambio climático. Además de la recuperación de biomoléculas de alto valor (biopolímeros, biosurfactantes, enzimas, etc), a partir de procesos de tratamiento de contaminantes. Otros temas son el endulzamiento de biogás y el uso de geomateriales, entre otros.
	Energías alternativas: bioetanol, biodiesel, biogás.	El cambio climático y el deseo de reducir la dependencia del petróleo son incentivos para el desarrollo de fuentes de energía alternativa que no comprometan tierras de cultivo y la producción de alimentos. El uso de microorganismos fotosintéticos que capturan el CO2 del ambiente y los transforman en aceites usados para la producción de biodiesel y por otro lado, la obtención de bioetanol a partir de residuos lignocelulósicos, son dos áreas que se desarrollan dentro de esta línea de generación del conocimiento que pueden contribuir al suministro y diversificación de las fuentes de energía. Proyectos que se desarrollan en esta LGAC son para el caso del biodiesel: búsqueda de organismos fotosintéticos con potencial para la producción de aceites, así como el estudio y caracterización de fotobiorreactores para incrementar la productividad; para el bioetanol se realizan análisis de ciclo de vida de las diferentes fuentes de biomasa para la obtención de biocombustibles líquidos y desarrollo de sistemas de pretratamiento de recursos lignocelulósicos. Otros temas que se desarrollan son la generación, endulzamiento y aprovechamiento de biogás a partir de residuos y la geoenergía.
Fábricas Celulares en Bioprocesos	Ingeniería metabólica	En esta línea se aplican técnicas de ingeniería genética y de evolución para modificar el metabolismo de microorganismos con la finalidad de mejorar su desempeño como fábricas celulares. Principalmente se abordan como microorganismos modelo a las bacterias <i>Escherichia coli</i> y <i>Acinetobacter sp.</i> , y la levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> . Para ello se está trabajando en las siguientes estrategias: ampliar el espectro de fuentes de carbono asimilables, incrementar la producción de biomoléculas de relevancia comercial, y mejorar el desempeño de las fábricas microbianas bajo condiciones de proceso.
	Biología sintética	Esta LACG tiene como objeto explotar la diversidad metabólica y genética microbiana para construir fábricas o consorcios microbianos capaces de superar los retos de bioproceso. Otra aplicación que el CA busca es el diseño de circuitos genéticos que permitan la inducción de genes recombinantes o de la replicación del ADN plasmídico en respuesta a cambios ambientales típicos del bioproceso, lo que podría permitir una producción más sencilla de proteínas recombinantes y ADN de uso terapéutico.
	Fisiología microbiana	En este LAGC se aplican herramientas experimentales que proporcionan la información fisiológica básica para caracterizar los microorganismos de estudio, incluyendo aislados provenientes de ambientes extremos y para establecer las manipulaciones que se realizarán a las cepas microbianas modelo, los efectos de las mismas, y los efectos de las condiciones de cultivo en cepas modificadas y nativas. Se están desarrollando protocolos para la cuantificación absoluta y relativa de la transcripción de genes, análisis de flujos metabólicos. También se emplean herramientas de estudio de la fisiología microbiana a escala macroscópica como analizadores de gases exhaustos y sensor de biomasa viable en línea.

Líneas de generación y/o aplicación del conocimiento que cultivan los cuerpos académicos de la División de Ciencias Naturales e Ingeniería

Cuerpo Académico	Nombre de la línea	Descripción
Ingeniería de Sistemas de Bioprocesos: Modelado y Simulación (ISBMS)	Modelado y Simulación de Bioprocesos	La importancia del modelado matemático radica en la posibilidad de reproducir un fenómeno o predecir el funcionamiento de un sistema específico. En la actualidad existe un creciente interés por los sistemas y procesos biológicos, lo cual demanda incrementar la productividad y el rendimiento de los bioprocesos, así como reducir sus costos de producción, una forma de lograr lo anterior es mediante el modelado y la simulación del proceso en cuestión. En esta línea se estudia la representación matemática de los procesos que involucran a sistemas biológicos que permite realizar tareas tales como: síntesis, diseño, escalamiento, optimización y definición de estrategias de control. Los tópicos de investigación que se plantean en esta línea de investigación involucran tanto aspectos metodológicos y herramientas de modelamiento para diferentes bioprocesos, entre los que se pueden mencionar: Producción de biocombustibles, producción de biomoléculas terapéuticas, biofiltros, biolixiviación, comportamiento reológico de productos alimenticios, así como ajustes de parámetros y análisis de sensibilidad relacionadas con las unidades de operación y de forma general, el desarrollo herramientas de modelado para las diferentes etapas de un bioproceso.
	Modelado y Simulación de Procesos Celulares	La era postgenómica ha revolucionado la manera de abordar la complejidad de los procesos celulares impulsando el desarrollo de técnicas experimentales que arrojan gran cantidad de datos útiles para la cuantificación de los componentes celulares. De esta manera, para llevar a cabo la ingeniería en sistemas celulares es necesario desarrollar modelos matemáticos formales para el estudio de la dinámica de los procesos celulares y sus propiedades, y poder dirigir de manera racional la ingeniería en sistemas celulares con el objeto de optimizar sus capacidades. Resultado de la combinación de los campos de Biología, Matemáticas e Ingeniería, el modelado de sistemas celulares se ha convertido en una tarea central para obtener conocimiento a priori de los procesos celulares; como puede ser el caso del metabolismo celular y la regulación. Esta línea de investigación, en particular, considera la sinergia que existe entre las disciplinas como son Biología de Sistemas, Biología Sintética e Ingeniería metabólica para optimizar la capacidad productiva que tienen los sistemas celulares para generar químicos de interés industrial por medio de modelado matemático y procesos de simulación. Siempre bajo la perspectiva del impacto que tiene el diseño a escala celular sobre el diseño a nivel planta industrial.
	Optimización de Procesos Químicos y Biológicos	A través del modelado matemático y computacional es posible simular el comportamiento de los procesos Químicos y Biológicos. Sin embargo, el modelado y simulación no solo se limita a la parte descriptiva y cuantitativa, una de las tareas primordiales en ingeniería es el de optimizar los procesos, maximizando beneficios y minimizando costos, para obtener mejores diseños de procesos. Para lograr la optimización se aplican métodos de optimización matemática para modelos de plantas completas o procesos celulares. Por ejemplo, la Tecnología Pinch es una metodología aplicada sistemáticamente para optimizar los recursos energéticos encontrando el mejor diseño de la red de intercambiadores de calor en una planta. Para lograr la optimización se requiere del algoritmo de Programación Lineal. En lo que respecta a procesos celulares, el modelado del metabolismo también se ha llevado a cabo utilizando algoritmos como los de Programación Lineal y de optimización global como son los algoritmos evolutivos. Esta línea de investigaciones está enfocada a la simulación y optimización de procesos a nivel planta y a nivel celular con la finalidad de dirigir de manera sistemática la toma de decisiones para el diseño de procesos Químicos y Biológicos.
	Estudios de Sistemas Dinámicos y de Control	Los estudios de los sistemas dinámicos y de control de procesos se han incrementado en los últimos años y su importancia es indiscutible. Esto se debe a que las tendencias a hacer uso racional de la energía, a la existencia de leyes más estrictas en control ambiental, a una mayor competencia de productos, ha forzado a la industria a usar procesos más complejos. Estos procesos son más difíciles de controlar y además los requerimientos de control son mayores ya que estos procesos operan cerca de sus límites. Favorablemente con el avance tecnológico en términos computacionales, es posible realizar estudios de sistemas dinámicos complejos y desarrollar estrategias de control no lineal robustas. Cabe resaltar que estos alcances no se limitan a procesos a nivel planta industrial, sino además se consideran apropiados para abordar el estudio de la dinámica y control del metabolismo celular para la sobreproducción de químicos finos y de interés industrial. En particular en esta línea de investigación: se estudian los procesos en estado estacionario y dinámico empleando herramientas matemáticas (como son los análisis de estabilidad tipo Lyapunov y análisis de multiplicidad de estados estacionario usando diagramas de bifurcación), con la finalidad de determinar regiones de operabilidad, localizar puntos críticos, mejorar/optimizar un proceso, etc.; se analizan los instrumentos de medición y control automático de variables químicas y físicas utilizados en las industrias con procesos químicos; se establecen metodología de control de procesos; se diseñan esquemas de control robusto lineal y no lineal, definiendo los criterios de estabilidad en términos físicos del proceso respectivo; se modelan, simulan y sintonizan los parámetros de control en los instrumentos y el proceso; se desarrollan algoritmos de monitoreo basados en estimadores de estado, que permiten la inferencia en línea de estados no medibles, parámetros desconocidos del modelo e incluso superar retraso en las mediciones; y se diseñan e implementan sistemas automáticos de monitoreo, control y detección de fallas en procesos químicos y biológicos.
	Desarrollo de Herramientas Computacionales para el Modelado y Simulación	En esta línea se aborda el estudio de procesos y productos biológicos desde la perspectiva del ciclo de vida de un proceso, desarrollando un conjunto de herramientas computacionales para el desarrollo y mantenimiento de los modelos matemáticos involucrados a través del uso de ambientes de modelado integrados. Tales ambientes permiten el reuso del conocimiento de modelado durante el ciclo de vida del proceso. Los modelos se usan para diferentes objetivos, tales como simulaciones en estado estacionario o dinámico, optimización de procesos, estimación de parámetros, diseño de experimentos, evaluaciones técnicas económicas ambientales, etc. El desarrollo de herramientas computacionales permite asegurar la integración de herramientas de modelado y modelos matemáticos existentes (i.e., unidades de proceso/producto, modelos de propiedades físicas, etc.) en un ambiente que soporta, entre otras cosas, la definición, el análisis, la depuración, la evaluación y la validación del modelo, reduciendo el tiempo requerido para estas actividades y consiguiendo el diseño de procesos y productos biológicos de forma exitosa. El principal interés en esta línea de investigación es el desarrollo y uso de modelos matemáticos para el diseño de bioproductos y sus procesos de manufactura, probándolos e implementándolos tan rápido como sea posible, pero de manera confiable y eficiente.