

TEMARIO PARA EL INGRESO A LA MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA Y CÓMPUTO INTELIGENTE CONVOCATORIA 2027A

La maestría en ciencias de la bioingeniería y cómputo inteligente es una maestría interdisciplinaria que aborda temas de actualidad en distintas áreas del conocimiento relacionadas con la biología y la ingeniería desde un punto de vista computacional. Los aspirantes por ingresar a ésta deben contar con algunas nociones de las disciplinas que esta maestría involucra. Los contenidos de este temario fueron seleccionados de tal manera en que estuviesen alineados con los intereses y objetivos que persigue esta maestría.

A continuación, se enlistan por áreas del conocimiento, los temas que se evaluarán para el ingreso a la maestría este 2027A.

Área General

Esta sección está diseñada para evaluar cinco competencias cognitivas esenciales para el desempeño académico en estudios de posgrado: 1) Aptitud matemática, 2) Pensamiento lógico, 3) Pensamiento analítico, 4) Pensamiento crítico y 5) Procesamiento verbal. Estas habilidades constituyen la base para el razonamiento científico, la interpretación de información, la solución de problemas y la comunicación efectiva, elementos indispensables en la formación de profesionales e investigadores en el ámbito de la Bioingeniería y el Cómputo Inteligente. En esta etapa, no se proporciona una bibliografía específica. En su lugar, se promueve que el aspirante realice una búsqueda autónoma, crítica y estratégica de recursos de estudio, reforzando así su capacidad de autoaprendizaje, gestión del conocimiento y análisis independiente. Esta aproximación fomenta la iniciativa, disciplina académica y preparación integral del postulante, en concordancia con las competencias esperadas en un nivel de maestría.

No se establece una bibliografía única; se recomienda al aspirante practicar ejercicios de razonamiento y comprensión con fuentes académicas confiables.

1. **Aptitud matemática:** razonamiento numérico, álgebra elemental, proporciones e interpretación de información cuantitativa.
2. **Pensamiento lógico:** identificación de relaciones, secuencias, condiciones y conclusiones válidas.
3. **Pensamiento analítico:** descomposición de problemas, identificación de variables y comparación de alternativas.
4. **Pensamiento crítico:** evaluación de argumentos, evidencia, supuestos y consistencia de conclusiones.
5. **Procesamiento verbal:** comprensión, síntesis e interpretación de textos académicos y científicos, considerando el uso de signos de puntuación, como puntos y comas, y su influencia en el significado del mensaje.

Área del Conocimiento: Ciencia de Datos Biomédicos

La línea de Ciencia de Datos Biomédicos integra herramientas matemáticas, estadísticas y computacionales para la organización, análisis e interpretación de información generada en contextos biomédicos y de salud. El crecimiento de las bases de datos clínicas, las imágenes médicas, las bioseñales, los datos ómicos y otras fuentes de información ha incrementado la necesidad de desarrollar métodos capaces de identificar patrones relevantes, construir modelos predictivos y transformar grandes volúmenes de datos en conocimiento cuantificable.

El estudio de esta línea requiere fundamentos de probabilidad, estadística, álgebra lineal, programación, algoritmos y bases de datos, así como una comprensión básica de los principios del aprendizaje automático. Resulta igualmente importante conocer los conceptos de entrenamiento, validación y evaluación de modelos, incluyendo las métricas utilizadas para determinar su desempeño y capacidad de generalización. En el ámbito biomédico, estos elementos deben acompañarse de una adecuada interpretación de los datos, considerando su calidad, heterogeneidad, origen y posibles fuentes de sesgo.

Por ello, se espera que el aspirante comprenda no solamente cómo pueden analizarse computacionalmente los datos, sino también las condiciones necesarias para obtener resultados reproducibles y confiables. Se incluyen además principios relacionados con privacidad, consentimiento informado, interpretabilidad, sesgos algorítmicos y uso responsable de la información clínica, aspectos indispensables para la aplicación de la ciencia de datos en problemas biomédicos.

Temario

1. Estadística y probabilidad

- 1.1. Medidas de tendencia central y dispersión: media, mediana, varianza y desviación estándar.
- 1.2. Correlación y diferencia conceptual entre asociación y causalidad.
- 1.3. Probabilidad condicional y teorema de Bayes.

2. Álgebra lineal y reducción de dimensionalidad

- 2.1. Vectores y matrices; operaciones fundamentales.
- 2.2. Covarianza, valores y vectores propios a nivel conceptual.
- 2.3. Análisis de Componentes Principales (PCA) y reducción de dimensionalidad.

3. Programación, estructuras de datos y algoritmos

- 3.1. Fundamentos de Python: Tipos de datos, listas, condicionales, ciclos y funciones.
- 3.2. Arreglos y manejo básico de datos tabulares.
- 3.3. Búsqueda binaria y nociones de complejidad algorítmica, especialmente $O(\log n)$.

4. Bases de datos

- 4.1. Modelo relacional, tablas, llaves y relaciones.
- 4.2. Consultas SQL básicas: selección, filtrado, ordenamiento y combinación de tablas.

5. Optimización y regularización

- 5.1. Descenso del gradiente y función de la tasa de aprendizaje (*learning rate*).

- 5.2. Convexidad y noción de mínimo global.
- 5.3. Derivadas de segundo orden y matriz Hessiana.
- 5.4. Regularización L1 y L2; efecto de L1 sobre la selección de variables.

6. Aprendizaje automático y evaluación

- 6.1. Aprendizaje supervisado y no supervisado.
- 6.2. Clasificación y agrupamiento (*clustering*); coeficiente Silhouette.
- 6.3. Matriz de confusión y métricas: Exactitud (*accuracy*), precisión, sensibilidad (*recall*), especificidad, F1-score y ROC-AUC.
- 6.4. Separación de datos para entrenamiento, validación y prueba.
- 6.5. Sobreajuste y generalización de modelos.

7. Datos biomédicos, imagen médica y ética

- 7.1. Datos multimodales y combinación de fuentes heterogéneas.
- 7.2. Conceptos básicos de tomografía computarizada: Unidades Hounsfield.
- 7.3. Conceptos básicos de resonancia magnética y contraste de tejidos blandos.
- 7.4. Disponibilidad, calidad y etiquetado de datos en aplicaciones biomédicas.
- 7.5. Consentimiento informado y privacidad de datos clínicos.
- 7.6. Sesgos, interpretabilidad y buenas prácticas en el uso de datos biomédicos.

Bibliografía recomendada

Autor(es)	Año	Título	Editorial / Fuente	Temas de apoyo
Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K.	2012	Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias (9.ª ed.)	Pearson Educación	Estadística descriptiva, probabilidad, Bayes y análisis de datos
Strang, G.	2023	Introduction to Linear Algebra (6th ed.)	Wellesley-Cambridge Press	Vectores, matrices, sistemas lineales, PCA y optimización
Downey, A. B.	2024	Think Python (3rd ed.)	O'Reilly Media	Programación, estructuras de datos y razonamiento algorítmico
Géron, A.	2022	Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow (3rd ed.)	O'Reilly Media	Aprendizaje supervisado y no supervisado, validación, métricas y regularización
Beaulieu, A.	2020	Learning SQL (3rd ed.)	O'Reilly Media	Bases de datos relacionales y consultas SQL

Silberschatz, A., Korth, H. F., & Sudarshan, S.	2019	<i>Database System Concepts (7th ed.)</i>	McGraw-Hill	Modelo relacional y fundamentos de bases de datos
Paunwala, C., Paunwala, M., Kher, R., Thakkar, F., Kher, H., Atiquzzaman, M., & Mohd. Noor, N.	2023	<i>Biomedical Signal and Image Processing with Artificial Intelligence</i>	Springer	Inteligencia artificial aplicada a señales e imágenes biomédicas
Kearns, M., & Roth, A.	2019	<i>The Ethical Algorithm: The Science of Socially Aware Algorithm Design</i>	Oxford University Press	Sesgos, privacidad, equidad y responsabilidad algorítmica

Área del Conocimiento: Neurofisiología Integrativa y Molecular

La línea de Neurofisiología Integrativa y Molecular aborda el estudio del sistema nervioso desde diferentes niveles de organización, que comprenden desde los mecanismos celulares y moleculares responsables de la actividad neuronal hasta la integración funcional de circuitos y poblaciones neuronales. Este enfoque permite comprender cómo las propiedades eléctricas y bioquímicas de las neuronas se relacionan con fenómenos de mayor escala, como la percepción, el movimiento, el aprendizaje, la memoria y la conducta.

Para su estudio es fundamental conocer los principios de la bioelectricidad neuronal, incluyendo el potencial de membrana, los gradientes iónicos, la generación y propagación del potencial de acción y la transmisión sináptica. Estos fundamentos permiten posteriormente comprender cómo la actividad de múltiples neuronas da origen a señales neurofisiológicas que pueden registrarse mediante técnicas como la electroencefalografía (EEG), la electrocorticografía (ECoG), los potenciales de campo local (LFP), los registros de actividad extracelular y la electromiografía (EMG).

La línea incorpora además conceptos básicos de adquisición, procesamiento y análisis de señales neurofisiológicas, considerando aspectos como muestreo, ruido, artefactos, filtrado y representación en los dominios temporal y frecuencial. De esta manera, se busca que el aspirante pueda establecer relaciones entre los mecanismos biológicos que originan una señal, las técnicas utilizadas para registrarla y los métodos empleados para analizarla, desarrollando una visión integrada de la función del sistema nervioso.

Temario

1. Bases electrofisiológicas de la actividad neural

- 1.1. Potencial de membrana y excitabilidad neuronal.
- 1.2. Generación y propagación del potencial de acción.
- 1.3. Conducción saltatoria en fibras mielinizadas.
- 1.4. Origen biofísico de los potenciales extracelulares.
- 1.5. Actividad sináptica y generación de LFP.

2. Registro e interfaz de señales bioeléctricas

- 2.1. Principios del registro electrofisiológico.
- 2.2. Amplitud de las señales bioeléctricas y necesidad de amplificación.
- 2.3. Registro diferencial y rechazo de señales en modo común.
- 2.4. Interfaz electrodo-piel e impedancia de contacto.
- 2.5. Relación señal-ruido (SNR).
- 2.6. Muestreo, digitalización y principio de Nyquist.
- 2.7. Aliasing y condiciones para una adquisición adecuada.

3. Manifestaciones electrofisiológicas y su interpretación

- 3.1. Fundamentos de EEG.
- 3.2. Ritmos electroencefalográficos y ritmo alfa.
- 3.3. Potenciales de campo local y actividad de poblaciones neuronales.
- 3.4. Electromiografía de superficie (sEMG).
- 3.5. Contaminación entre músculos o *crosstalk*.
- 3.6. Interferencias fisiológicas y no fisiológicas.

4. Caracterización espectral de la actividad bioeléctrica

- 4.1. Representación temporal y frecuencial de señales electrofisiológicas.
- 4.2. Interferencia de la red eléctrica de 50/60 Hz.
- 4.3. Filtrado selectivo de interferencias.
- 4.4. Densidad espectral de potencia (PSD).
- 4.5. Estimación espectral mediante el método de Welch.

5. Organización neuroanatómica y procesamiento sensorial

- 5.1. Organización funcional de los ganglios basales.
- 5.2. Vía visual desde el núcleo geniculado lateral hasta la corteza visual primaria.
- 5.3. Organización anatómica de la corteza visual primaria (V1).
- 5.4. Corteza estriada y estria de Gennari.
- 5.5. Vías magnocelular y parvocelular.
- 5.6. Procesamiento de información temporal, espacial y de movimiento.

6. Sistemas dopaminérgicos, recompensa y aprendizaje

- 6.1. Función de la dopamina en el aprendizaje por recompensa.
- 6.2. Predicción y recepción de recompensas.
- 6.3. Error de predicción de recompensa.
- 6.4. Error de predicción positivo, nulo y negativo.
- 6.5. Respuesta de neuronas dopaminérgicas ante recompensas esperadas y omitidas.

Bibliografía recomendada

Autor(es)	Año	Título	Editorial / Fuente	Temas de apoyo
Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A.	2026	<i>Neuroscience: Exploring the Brain (5th ed.)</i>	<i>Jones & Bartlett Learning</i>	Organización del sistema nervioso, ganglios basales, sistema visual y neurofisiología
Kandel, E. R., Koester, J. D., Mack, S. H., & Siegelbaum, S. A.	2021	<i>Principles of Neural Science (6th ed.)</i>	<i>McGraw Hill</i>	Potencial de acción, sinapsis, sistemas sensoriales, movimiento y aprendizaje
Schomer, D. L., & Lopes da Silva, F. H. (Eds.)	2017	<i>Niedermeyer's Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields (7th ed.)</i>	<i>Oxford University Press</i>	EEG, ritmos cerebrales, registro y fundamentos electrofisiológicos
Webster, J. G., & Nimunkar, A. J. (Eds.)	2020	<i>Medical Instrumentation: Application and Design (5th ed.)</i>	<i>Wiley</i>	Electrodos, amplificación, registro diferencial, impedancia, ruido y adquisición
Sörnmo, L., & Laguna, P.	2005	<i>Bioelectrical Signal Processing in Cardiac and Neurological Applications</i>	<i>Elsevier Academic Press</i>	Muestreo, filtrado, interferencias y análisis espectral

Cohen, M. X.	2014	<i>Analyzing Neural Time Series Data: Theory and Practice</i>	MIT Press	Fourier, PSD, análisis espectral y señales EEG/LFP
Buzsáki, G., Anastassiou, C. A., & Koch, C.	2012	<i>The origin of extracellular fields and currents—EEG, ECoG, LFP and spikes</i>	<i>Nature Reviews Neuroscience</i> , 13, 407–420	Origen fisiológico de señales extracelulares
Merletti, R., Aventaggiato, M., Botter, A., et al.	2010	<i>Advances in surface EMG: Recent progress in detection and processing techniques</i>	<i>Critical Reviews in Biomedical Engineering</i> , 38(4), 305–345	sEMG, interfaz electrodo-piel y crosstalk
Schultz, W.	2016	<i>Dopamine reward prediction-error signalling: A two-component response</i>	<i>Nature Reviews Neuroscience</i> , 17, 183–195	Dopamina, recompensa y error de predicción

Área del Conocimiento: Neurotecnología

La línea de Neurotecnología estudia el desarrollo y aplicación de tecnologías orientadas a registrar, analizar, interpretar o modificar la actividad del sistema nervioso. Se encuentra en la intersección de las neurociencias, la ingeniería biomédica, el procesamiento de señales, la instrumentación y la inteligencia artificial, y comprende aplicaciones como las interfaces cerebro-computadora, los sistemas de neuromodulación, las neuroprótesis y diferentes estrategias para caracterizar la actividad neuronal.

El estudio de esta línea requiere comprender el origen y las características de las principales señales neurofisiológicas, así como las diferencias entre técnicas de registro invasivas y no invasivas. Conceptos como resolución espacial y temporal, frecuencia de muestreo, relación señal/ruido, artefactos y preprocesamiento son fundamentales para determinar la calidad de la información obtenida. Asimismo, el análisis de estas señales requiere conocimientos básicos de procesamiento digital, incluyendo filtrado, transformada de Fourier, densidad espectral de potencia y métodos de análisis tiempo-frecuencia.

En aplicaciones como las interfaces cerebro-computadora (BCI), las señales adquiridas pueden procesarse para extraer características relacionadas con determinados estados o intenciones del usuario y posteriormente clasificarse mediante métodos estadísticos o de aprendizaje automático. Por otra parte, técnicas de neuromodulación como la estimulación cerebral profunda permiten modificar la actividad de circuitos neuronales específicos. Debido a la interacción directa de estas tecnologías con el sistema nervioso y con información potencialmente sensible, la línea considera también principios de neuroética, privacidad de neurodatos, autonomía, seguridad y consentimiento informado.

Temario

1. Neurointerfaces y modalidades de registro neural

- 1.1. Concepto general de neurotecnología y neurointerfaz.
- 1.2. Electroencefalografía (EEG) como técnica no invasiva.
- 1.3. Registros corticales e intracorticales.
- 1.4. Comparación entre técnicas invasivas y no invasivas.
- 1.5. Resolución espacial y temporal de los registros neuronales.
- 1.6. Selección de señales para aplicaciones neurotecnológicas.

2. Interfaces cerebro-computadora y decodificación neural

- 2.1. Principios generales de una interfaz cerebro-computadora (BCI).
- 2.2. Actividad de la corteza motora e intención de movimiento.
- 2.3. Imaginería motora y ritmos sensorimotores.
- 2.4. Extracción de características de señales EEG.
- 2.5. Clasificación de estados neuronales mediante aprendizaje automático.
- 2.6. Variabilidad interindividual, ruido y no estacionariedad como retos para la decodificación.

3. Representación funcional y modelado del sistema nervioso

- 3.1. Principios básicos de codificación neuronal.
- 3.2. Codificación mediante frecuencia, tiempo y poblaciones neuronales.
- 3.3. Corteza prefrontal y memoria de trabajo.
- 3.4. Actividad electroencefalográfica asociada con estados de vigilancia y somnolencia.

- 3.5. Modelos computacionales de neuronas y redes neuronales biológicas.
- 3.6. Uso de modelos para estudiar mecanismos y predecir comportamiento neural.

4. Neuromodulación y estimulación neural

- 4.1. Principios generales de neuromodulación.
- 4.2. Estimulación cerebral profunda (DBS).
- 4.3. Ganglios basales como circuito de interés terapéutico.
- 4.4. Modulación de patrones neuronales patológicos.
- 4.5. Aplicaciones de DBS en enfermedad de Parkinson.

5. Calidad y acondicionamiento de señales en sistemas neurotecnológicos

- 5.1. Artefactos en EEG.
- 5.2. Artefactos oculares producidos por parpadeo y movimiento ocular.
- 5.3. Ruido y contaminación de señales.
- 5.4. Señales estacionarias y no estacionarias.
- 5.5. Frecuencia de muestreo y criterio de Nyquist.
- 5.6. *Aliasing*.
- 5.7. Efecto de la frecuencia de muestreo sobre la representación digital.

6. Análisis temporal, espectral y tiempo-frecuencia

- 6.1. Señales periódicas y frecuencia fundamental.
- 6.2. Transformada de Fourier y espectro de frecuencia.
- 6.3. Densidad espectral de potencia (PSD).
- 6.4. Identificación de componentes frecuenciales dominantes.
- 6.5. Efecto del ruido sobre el espectro.
- 6.6. Filtrado pasa-bajas para reducción de componentes de alta frecuencia.
- 6.7. Análisis de eventos transitorios.
- 6.8. Transformada Wavelet y representación tiempo-frecuencia.

Bibliografía recomendada

Autor(es)	Año	Título	Editorial / Fuente	Temas de apoyo
He, B. (Ed.)	2020	<i>Neural Engineering (3rd ed.)</i>	<i>Springer</i>	Neurointerfaces, EEG, BCI, neuromodulación, DBS y modelado neural
Wolpaw, J. R., & Wolpaw, E. W.	2012	<i>Brain–Computer Interfaces: Principles and Practice</i>	<i>Oxford University Press</i>	BCI, señales motoras, adquisición, decodificación y control
Kandel, E. R., Koester, J. D., Mack, S. H., & Siegelbaum, S. A.	2021	<i>Principles of Neural Science (6th ed.)</i>	<i>McGraw Hill</i>	Corteza motora, codificación neural, memoria de trabajo y ganglios basales
Webster, J. G., & Nimunkar, A. J.	2020	<i>Medical Instrumentation: Application and Design (5th ed.)</i>	<i>Wiley</i>	Adquisición, electrodos, ruido, amplificación y señales fisiológicas

Sörnmo, L., & Laguna, P.	2005	<i>Bioelectrical Signal Processing in Cardiac and Neurological Applications</i>	<i>Elsevier Academic Press</i>	Muestreo, filtrado, espectro y procesamiento de bioseñales
Oppenheim, A. V., & Schafer, R. W.	2010	<i>Discrete-Time Signal Processing (3rd ed.)</i>	<i>Pearson</i>	Muestreo, aliasing, Fourier, filtros y procesamiento discreto
Cohen, M. X.	2014	<i>Analyzing Neural Time Series Data: Theory and Practice</i>	<i>MIT Press</i>	EEG, Fourier, PSD, wavelets y análisis tiempo-frecuencia
Lotte, F., Bougrain, L., Cichocki, A., Clerc, M., Congedo, M., Rakotomamonjy, A., & Yger, F.	2018	<i>A review of classification algorithms for EEG-based brain-computer interfaces: A 10 year update</i>	<i>Journal of Neural Engineering, 15, 031005</i>	BCI, clasificación de EEG, variabilidad y aprendizaje automático

Área del Conocimiento: Percepción Computacional

La línea de Percepción Computacional estudia los métodos que permiten a los sistemas computacionales obtener, representar y analizar información procedente principalmente de imágenes y secuencias de video. Su objetivo es desarrollar herramientas capaces de identificar estructuras, características, objetos y patrones presentes en datos visuales, proporcionando una base para aplicaciones relacionadas con visión artificial, análisis de imágenes médicas, reconocimiento de patrones, automatización y sistemas inteligentes.

Para comprender estos procesos es necesario partir de los fundamentos de la representación digital de imágenes, incluyendo muestreo espacial, resolución, cuantización e intensidad. A partir de esta representación pueden aplicarse operaciones de procesamiento destinadas a reducir ruido, mejorar determinadas características de la imagen, detectar cambios de intensidad, identificar bordes o modificar geométricamente su contenido. Métodos como la convolución, el filtrado espacial, el análisis frecuencial y la morfología matemática constituyen herramientas fundamentales para estas tareas.

Un componente central de esta línea es la segmentación, mediante la cual se identifican y delimitan regiones u objetos de interés dentro de una imagen. Para ello pueden emplearse técnicas clásicas, como umbralización, k-means, watershed o métodos basados en grafos, así como estrategias basadas en aprendizaje profundo. De manera complementaria, el análisis de secuencias de imágenes permite estudiar movimiento mediante técnicas como el flujo óptico. Finalmente, las redes neuronales convolucionales permiten aprender automáticamente representaciones visuales y constituyen actualmente una de las principales herramientas para tareas de clasificación, detección y segmentación de imágenes.

Temario

1. Representación digital de imágenes

- 1.1. Muestreo espacial.
- 1.2. Resolución espacial.
- 1.3. Cuantización de intensidades.
- 1.4. Efecto de *aliasing* por muestreo insuficiente.
- 1.5. Representación de imágenes en el dominio espacial.
- 1.6. Representación de imágenes en el dominio de frecuencia.
- 1.7. Espectro de Fourier.

2. Filtrado y realce de imágenes

- 2.1. Convolución y filtros espaciales.
- 2.2. Suavizado mediante filtro promedio y Gaussiano.
- 2.3. Realce de bordes y detalles mediante operadores Laplacianos.
- 2.4. Relación entre reducción de ruido y detección de bordes.

3. Gradientes y detección de bordes

- 3.1. Concepto de gradiente en una imagen.
- 3.2. Magnitud y dirección del gradiente.
- 3.3. Operador Sobel.
- 3.4. Detector de bordes de Canny.
- 3.5. Interpretación de cambios locales de intensidad.

4. Morfología matemática

- 4.1. Erosión.
- 4.2. Dilatación.
- 4.3. Apertura.
- 4.4. Cierre.
- 4.5. Eliminación de objetos pequeños.
- 4.6. Unión de regiones y suavizado de contornos.

5. Transformaciones geométricas y detección de formas

- 5.1. Traslación.
- 5.2. Rotación.
- 5.3. Escalamiento.
- 5.4. Transformada de Hough.
- 5.5. Espacio de parámetros para la detección de líneas y formas.

6. Segmentación de imágenes

- 6.1. Objetivo y principios básicos de la segmentación.
- 6.2. Representación de regiones y objetos.
- 6.3. Segmentación mediante umbralización.
- 6.4. Método de Otsu.
- 6.5. Segmentación mediante k-means.
- 6.6. Segmentación mediante *watershed*.
- 6.7. Segmentación basada en grafos.
- 6.8. Pesos y medidas de similitud en grafos de imagen.
- 6.9. Segmentación mediante aprendizaje profundo.
- 6.10. Arquitectura U-Net.

7. Movimiento y video

- 7.1. Representación de movimiento entre fotogramas consecutivos.
- 7.2. Correspondencia espacial entre imágenes consecutivas.
- 7.3. Flujo óptico para la estimación de movimiento denso.

Bibliografía recomendada

Autor(es)	Año	Título	Editorial / Fuente	Temas de apoyo
Gonzalez, R. C., & Woods, R. E.	2018	<i>Digital Image Processing (4th ed.)</i>	Pearson	Muestreo, cuantización, filtrado, Fourier, bordes, morfología y segmentación
Szeliski, R.	2022	<i>Computer Vision: Algorithms and Applications (2nd ed.)</i>	Springer	Transformaciones, segmentación, movimiento, flujo óptico y visión computacional
Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A.	2016	<i>Deep Learning</i>	MIT Press	Redes neuronales, convoluciones y aprendizaje profundo

Nixon, M. S., & Aguado, A. S.	2020	<i>Feature Extraction and Image Processing for Computer Vision (4th ed.)</i>	<i>Academic Press / Elsevier</i>	Gradientes de intensidad, operadores de primer y segundo orden, Sobel, Prewitt, Laplaciano, Canny, curvatura y extracción de características
Lei, T., & Nandi, A. K.	2022	<i>Image Segmentation: Principles, Techniques, and Applications</i>	<i>Wiley</i>	Morfología matemática, reconstrucción morfológica, watershed y segmentación de imágenes
Shi, J., & Malik, J.	2000	<i>Normalized cuts and image segmentation</i>	<i>IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence</i> , 22(8), 888–905	Segmentación basada en grafos
Ronneberger, O., Fischer, P., & Brox, T.	2015	<i>U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation</i>	<i>MICCAI</i> , pp. 234–241	Arquitectura U-Net y segmentación de imágenes
Alfarano, A., Maiano, L., Papa, L., & Amerini, I.	2024	<i>Estimating optical flow: A comprehensive review of the state of the art</i>	<i>Computer Vision and Image Understanding</i> , 249, 104160	Flujo óptico, estimación de movimiento, métodos clásicos y modernos, evaluación y aplicaciones

Área del conocimiento: Sistemas en Biología

La línea de Sistemas en Biología estudia los fenómenos biológicos mediante la integración de conocimientos provenientes de la biología molecular, la genética, la bioquímica, las matemáticas y la computación. Su propósito es comprender cómo la interacción entre genes, proteínas, metabolitos y otros componentes celulares da origen al comportamiento de sistemas biológicos complejos. Esta aproximación requiere analizar simultáneamente distintos niveles de organización y establecer relaciones entre los mecanismos moleculares y los fenómenos observables.

La guía anterior ya planteaba esta área como una aproximación interdisciplinaria en la que los problemas biológicos pueden abordarse mediante experimentación o análisis de datos y posteriormente formalizarse utilizando herramientas matemáticas y computacionales. En concordancia con esta perspectiva, se espera que el aspirante cuente con fundamentos de genética, biología molecular, expresión génica, regulación, enzimas, metabolismo y genética de poblaciones, además de comprender conceptos cuantitativos básicos utilizados para describir procesos biológicos.

Particularmente, resulta importante conocer los mecanismos de herencia y variación genética, la organización de los genes, los procesos de transcripción y traducción y los principales mecanismos que regulan la expresión génica. Asimismo, se consideran fundamentos de cinética enzimática y metabolismo, así como principios de genética de poblaciones, entre ellos el equilibrio de Hardy-Weinberg. Estos conocimientos pueden complementarse mediante modelos matemáticos sencillos, como ecuaciones que describen la síntesis y degradación de moléculas, permitiendo representar cuantitativamente la dinámica de determinados sistemas biológicos.

En conjunto, esta línea busca que el aspirante sea capaz de transitar entre la descripción biológica de un fenómeno, su representación cuantitativa y la interpretación de los resultados obtenidos, conservando siempre el significado biológico del problema estudiado.

Temario

1. Genética y herencia

- 1.1. Leyes de Mendel.
- 1.2. Cuadros de Punnett.
- 1.3. Herencia autosómica dominante y recesiva.
- 1.4. Herencia ligada al cromosoma X.
- 1.5. Análisis básico de pedigríes.
- 1.6. Meiosis y segregación cromosómica.
- 1.7. Entrecruzamiento cromosómico en profase I.

2. Organización y variación del genoma

- 2.1. Estructura de genes procariontes y eucariontes.
- 2.2. Intrones y exones.
- 2.3. Promotores y caja TATA.
- 2.4. Mutaciones puntuales.
- 2.5. Inserciones y deleciones.
- 2.6. Mutaciones por cambio del marco de lectura (*frameshift*).
- 2.7. Variaciones en el número de copias (CNV).

2.8. Polimorfismos de un solo nucleótido (SNP).

3. Expresión génica

- 3.1. Dogma central de la biología molecular: ADN $\rightarrow$ ARN $\rightarrow$ proteína.
- 3.2. Transcripción eucariótica.
- 3.3. Función de la ARN polimerasa II.
- 3.4. Procesamiento del pre-mRNA.
- 3.5. Adición de cap 5'.
- 3.6. *Splicing*.
- 3.7. *Splicing* alternativo.
- 3.8. Traducción.
- 3.9. Codón de inicio y metionina.
- 3.10. Sitios A, P y E del ribosoma.

4. Regulación de la expresión génica

- 4.1. Control transcripcional en procariotas.
- 4.2. Control transcripcional en eucariotas.
- 4.3. Operón lac.
- 4.4. Función del represor lac.
- 4.5. Regulación por disponibilidad de lactosa.
- 4.6. Complejo CAP-cAMP.
- 4.7. Relación entre regulación, cantidad de mRNA y producción de proteína.

5. Modelado cuantitativo de sistemas biológicos

- 5.1. Variables de estado y cambio temporal.
- 5.2. Modelos sencillos de síntesis y degradación de mRNA.
- 5.3. Modelos sencillos de síntesis y degradación de proteínas.
- 5.4. Uso conceptual de ecuaciones diferenciales ordinarias para describir dinámicas biológicas.

6. Enzimas y metabolismo

- 6.1. Fundamentos de cinética enzimática.
- 6.2. Cinética de Michaelis-Menten.
- 6.3. Interpretación de K_m .
- 6.4. Interpretación de V_{max} .
- 6.5. Rutas metabólicas centrales.
- 6.6. Glucólisis y localización celular.

7. Genética de poblaciones

- 7.1. Frecuencias alélicas.
- 7.2. Frecuencias genotípicas.
- 7.3. Equilibrio de Hardy-Weinberg.
- 7.4. Supuestos básicos del equilibrio de Hardy-Weinberg.
- 7.5. Cálculo elemental de frecuencias mediante p y q.

Bibliografía recomendada

Autor(es)	Año	Título	Editorial / Fuente	Temas de apoyo
Watson, J. D., Baker, T. A., Bell, S. P., Gann, A., Levine, M., & Losick, R.	2014	<i>Molecular Biology of the Gene (7th ed.)</i>	Pearson	Estructura génica, transcripción, regulación y biología molecular
Lodish, H., Berk, A., Kaiser, C. A., Krieger, M., Bretscher, A., Ploegh, H., Amon, A., & Martin, K. C.	2021	<i>Molecular Cell Biology (9th ed.)</i>	W. H. Freeman	Biología molecular y celular, expresión y regulación génica
Griffiths, A. J. F., Wessler, S. R., Carroll, S. B., & Doebley, J.	2015	<i>Introduction to Genetic Analysis (11th ed.)</i>	W. H. Freeman	Herencia mendeliana, meiosis, variación genética y análisis de pedigrís
Nelson, D. L., & Cox, M. M.	2021	<i>Lehninger Principles of Biochemistry (8th ed.)</i>	W. H. Freeman	Cinética enzimática, metabolismo y fundamentos bioquímicos
Brooker, R. J.	2017	<i>Genetics: Analysis and Principles (6th ed.)</i>	McGraw-Hill Education	Genética molecular, variación y genética de poblaciones
Hartl, D. L., & Clark, A. G.	2007	<i>Principles of Population Genetics (4th ed.)</i>	Sinauer Associates	Frecuencias alélicas, Hardy-Weinberg y genética de poblaciones

Para más información:
coordinacion.mcbci@cupei.udg.mx