

Modificación

Plan de Estudios Maestría

Modalidad: Rediseño curricular parcial

Maestría en Ciencias Genómicas

Colegio de Ciencia y Tecnología

Academia responsable:

Ciencias Genómicas

Profesores participantes:

Dra. María Elizabeth Álvarez Sánchez
Dra. Elisa Irene Azuara Liceaga
Dra. Minerva Camacho Nuez
Dr. Mauricio Castañón Arreola
Dra. Lilia López Cánovas
Dr. Mario César López Camarillo
Dr. José de Jesús Olivares Trejo
Dra. Martha Eugenia Yocupicio Monroy
Dra. Claudia Selene Zárate Guerra

Actualización 10 de diciembre 2019

MAESTRÍA EN CIENCIAS GENÓMICAS

- 1. Área y sub-área del conocimiento que abordará el programa**
Ciencias Genómicas
- 2. Nombre completo del programa académico**
Maestría en Ciencias Genómicas. Posgrado en Ciencias Genómicas
Plantel del Valle
- 3. Nivel de educación del programa académico**
Maestría
- 4. Modalidad del programa**
Investigación
- 5. Fundamentación**

Es bien conocido que la herencia determina el desarrollo estructural de todos los organismos vivos y que es la base de la evolución. Sin embargo, no fue hasta principios del siglo XX que los hallazgos científicos que el monje austriaco Gregor Mendel (1822-1884) aportó fueron comprendidos y reconocidos. Las denominadas leyes de la herencia de Mendel fueron la clave para determinar los mecanismos precisos mediante los cuales las características biológicas heredadas en pequeños paquetes llamados “genes” son transmitidas a través de las generaciones y a su vez determinan ciertas características, en ese entonces claramente visibles en los organismos estudiados (el llamado “fenotipo”).

Posteriormente, Garrod en 1902 comienza a aplicar este conocimiento a la salud humana descubriendo, que la incapacidad para producir ciertas moléculas -de las cuales dependían algunos padecimientos en específico- era heredada, derivando su hipótesis en una mayor comprensión de los mecanismos de algunas enfermedades tales como la alcaptonuria, fenilcetonuria y el albinismo entre otras.

A partir del año 1950 los descubrimientos asociados a los genes han sido motivo de numerosos premios Nobel como el otorgado a Watson y Crick por el descubrimiento de la estructura química de la molécula que compone los genes (Acido Desoxiribonucleico “ADN”), o a Khorana, Holley y Nirenberg por el descubrimiento del “Código genético”, por nombrar algunos de los más conocidos.

Así, hemos entrado en un período de transición en el cual el conocimiento de los genes en cuanto a su estructura (secuencia) como su función, se vuelve crítico para el desarrollo de beneficios en lo que respecta a la salud humana, la ecología, la botánica, la zootecnia y la biología en general.

Genómica es un término acuñado hace dos décadas el cual se refiere no sólo al

estudio de la estructura de los genes en su conjunto sino también al estudio de las funciones e interacciones de todos los genes y elementos que componen el genoma de un individuo.

El primer genoma que se secuenció fue el del bacteriofago phiX174 DNA en el año 1977 (Sanger y cols., 1977). Su material genético consiste sólo de cuatro genes, por lo que había que sumar esfuerzos para mejorar la tecnología de la secuenciación si se quería conocer el orden de nucleótidos del genoma de otros organismos más complejos. De tal manera que en 1986 se establecería el Proyecto del Genoma Humano entre los estudiosos de la Genómica de todo el mundo. El proyecto inició en 1990 y durante su desarrollo se tuvieron varios problemas los cuales se fueron solventando mediante la incorporación de colaboradores de Estados Unidos, Japón, Francia, Alemania y China. Al mismo tiempo Craig Venter inició el proceso de secuenciación del Genoma Humano completo a través de su compañía Celera.

El proyecto del Genoma Humano incluyó la determinación de la secuencia de bases del genoma de organismos modelos, ya que al ser más pequeño que el humano contribuiría a desarrollar más rápidamente las herramientas tecnológicas para posteriormente analizar e interpretar el ADN humano. Estos organismos fueron la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (Goffeau, 1996), el nemátodo *Caenorhabditis elegans* (The *C.elegans* Sequencing Consortium, 1998) y la mosca de la fruta *Drosophila melanogaster* (Adams y cols, 2000). En ese lapso de tiempo también se publicaron los genomas de patógenos como *Haemophilus influenzae* (Fleischmann y cols, 1995) entre otros. Congruente con estos avances fue el de las herramientas computacionales para recopilar la información obtenida y aplicarla de mejor manera a la investigación en el futuro.

En Junio de 2000, los científicos completaron la secuencia del Genoma Humano y los primeros análisis detallados del genoma aparecieron en el 2001 en las revistas *Nature* (Lander y cols, 2001) y *Science* (Venter, 2001). Estos análisis del genoma revelaron en su momento que existían 26,588 transcritos codificando proteínas, que solo el 1.1% del genoma era parte de regiones codificantes mientras que el 24% correspondía a la parte de los transcritos que se escinden antes de ser traducidos a proteínas y sorprendentemente el 75% pertenecía a ADN intergénico. Los análisis de Genómica comparativa a partir de estos datos revelaron una compleja historia evolutiva así como la expansión en los vertebrados de genes asociados con la función neuronal, regulación del desarrollo tejido específica, homeostasis y sistema inmune. A la fecha, la secuencia del Genoma Humano provee un enorme recurso biológico sin precedentes para la investigación en una inmensa variedad de aplicaciones.

Cientos de otros proyectos de secuenciación de diversos genomas desde el de los microorganismos hasta los mamíferos se han llevado a cabo desde el inicio del proyecto Genoma Humano. En el 2002 los genomas de 73 especies de organismos unicelulares se secuenciaron completamente y estaban disponibles en bases de datos públicas, entre ellos podemos mencionar a las bacterias *T. tengcongnesis* (Bao y

cols, 2002), *Yersinia pestis* (Deng y cols, 2002), *Streptococcus mutans* (Ajdic, 2002), *Streptococcus agalactiae* (Tettelin y cols, 2002) y *Pseudomonas putida* (Nelso, 2002). También en ese año, se describieron los genomas de varios organismos multicelulares (Aparicio, 2002; Dehal, 2002; Waterston, 2002).

A la fecha se han secuenciado casi 85000 genomas de mas de 180 organismos y se trabaja en mantener la secuencia de referencia mas completa posible del genoma humano (<https://www.labiotech.eu/features/genome-sequencing-review-projects/>; <http://www.genomenetwork.org/>).

Sustentación teórica de la disciplina

El desarrollo de la ciencia en general, nos ha permitido conocer más acerca de las enfermedades que aquejan a los seres vivos y desde luego al ser humano. El descubrimiento de los mecanismos moleculares por los cuales éstas se producen se ha dado en gran medida gracias a la investigación en el área de la Genómica, la cual se define como el estudio de la estructura, funciones e interacciones de todos los genes (genomas), incluyendo sus interacciones con el medio ambiente (McKusick, 1987).

La Genómica y la tecnología que conlleva tienen un gran impacto en la investigación biológica. En el pasado los investigadores estudiaban sólo uno o pocos genes y las proteínas que estos codifican, a la vez, pero gracias al avance tan importante de la tecnología y la ciencia de este campo, ahora es posible estudiar prácticamente todos los genes expresados en un medio ambiente particular o en un tejido u órgano específico.

El conocimiento de cómo los genes funcionan juntos e interactúan con los factores del medio ambiente nos lleva a descubrir las vías involucradas en los procesos fundamentales de la vida y de sus anormalidades. Tales descubrimientos tendrán un enorme impacto en la manera en que podamos influir mediante el uso de la ciencia éticamente empleada para mejorar las condiciones de vida de todos los seres vivos. Por ejemplo, el Centro para el Control de Enfermedades (CDC, del inglés *Center for Disease Control*) de los Estados Unidos, desde 1997 ha desarrollado programas para identificar, evaluar e implementar acciones, basadas en la evidencia que aporta la genómica, para prevenir y controlar las principales enfermedades crónicas, infecciosas, ambientales y ocupacionales que afectan a la población e incidir en la salud pública y la práctica médica (<https://www.cdc.gov/genomics/about/index.htm>)

En la Ciudad de México y en sus alrededores conviven más de 22 millones de habitantes procedentes de distintos puntos del país que requieren servicios de todo tipo y cada vez más amplios y eficientes. Entre estos servicios destacan los de Educación básica y superior a nivel de maestría, salud y la seguridad pública, los cuales son muy demandados por la población. Sin embargo, la necesidad de atender

a los núcleos de población en las áreas de necesidad con el personal con la formación adecuada para utilizar la metodología de vanguardia de la Genómica en la solución de estos problemas, continúa siendo una prioridad a nivel de la Ciudad de México y del país en general.

En esta era, la Genómica y la Proteómica (el estudio de los mecanismos involucrados en la producción, regulación, interacción y actividad de las proteínas) están revolucionando no sólo la Biología, la Medicina y la Seguridad Pública, sino la vida de todo el planeta, por las implicaciones que tendrá el conocer los genomas de todos los seres vivos. La posibilidad no sólo de conocer sino de manipular la información escrita en los genomas tendrá repercusiones Científicas, Tecnológicas, Económicas, Sociales, Políticas y Religiosas. Nuestro país y en especial, su ciudad capital no deben quedarse al margen de estos sucesos, en particular en la educación especializada sobre los mismos.

Diagnóstico y prospectiva

El campo de la Genómica dentro de la ciencia universal y desde luego, en el país es de reciente aparición y todavía no se cuenta con una “tradicción” en cuanto a la formación de recursos humanos tan especializados. Nuestro Programa de Maestría en Ciencias Genómicas (PMCG), tiene diversas características que lo hacen único en este campo tanto a nivel nacional como de la Ciudad de México. En primer lugar, sólo instituciones federales como la UNAM, el CINVESTAV, el Instituto Politécnico Nacional y el Instituto Nacional de Medicina Genómica, contemplan programas similares aunque con vacíos que llena y cubre nuestra propuesta. Por ejemplo, se enfocan o bien a la ingeniería biomédica, la biomedicina molecular o bien al campo de la salud. Nuestro programa busca formar maestros en Ciencias Genómicas capaces de no sólo poder desarrollarse en estos dos campos sino también en una enorme variedad de espacios capaces de emplear este desarrollo científico, como serían la ecología, las ciencias forenses, la microbiología, la bioinformática, la zoología, la botánica y desde luego la salud humana, pero orientada a los pobladores de la Ciudad de México.

En este sentido, las instituciones que imparten esta enseñanza se encuentran saturadas y con una enorme pobreza de espacios de trabajo que permitan incorporar dentro de su personal académico a los egresados del posgrado. Por lo que la apertura de un espacio de formación y desarrollo del quehacer científico en el área de la Genómica resulta de vital importancia para la ciencia nacional y de la ciudad más grande del país.

Diagnóstico y prospectiva de las necesidades y problemas a atender (en el campo académico de referencia)

El avance tan rápido en áreas tan extensas donde se aplica el conocimiento de la Genómica, como la identificación de los genes y proteínas asociadas con diversas

enfermedades que afectan de manera importante a la población, tales como el cáncer, la obesidad, diabetes, las enfermedades cardiovasculares, así como las enfermedades infecciosas causadas por parásitos, virus y bacterias permite la aplicación de estos conocimientos en la práctica clínica para evaluar el riesgo de los individuos a padecer una determinada enfermedad o personalizar los cuidados de salud. La Genómica también provee información útil para desarrollar aplicaciones prácticas en las ciencias forenses, la antropología, la zoología y la botánica, todos ellos componentes del ecosistema de la Ciudad de México. En este sentido la relevancia de tener un centro de formación e investigación de personal altamente capacitado para ejercer esta nueva vertiente de la ocupación profesional se vuelve imprescindible en una gran urbe como la Ciudad de México.

5.1 Demanda social que se pretende atender

En la actualidad la generación de conocimientos científicos y tecnológicos es de vital importancia para impulsar el desarrollo económico y social. La ciencia, la tecnología y la innovación son herramientas necesarias para la transformación de las estructuras productivas, la explotación racional de los recursos naturales, el cuidado de la salud, la alimentación, la educación y otros requerimientos sociales. Además, el conocimiento científico y tecnológico puede contribuir en gran medida a consolidar los avances logrados en los últimos años y enfrentar los desafíos pendientes en el plano de la economía, la sociedad, la educación y la cultura. De forma general, cualquier programa de ciencia y tecnología contribuye al fortalecimiento institucional, la formación de investigadores y tecnólogos, la creación de instrumentos de vinculación y la difusión social de los conocimientos, lo cual a la larga fortalece la cohesión social y la ciudadanía.

Más de dos décadas han pasado desde que se estableció el proyecto Genoma Humano, el cual generó uno de los grandes descubrimientos en la historia de la biología, el conocer la secuencia completa de los 3 billones de pares de bases que conforman el Genoma Humano. Este hecho, el cual les llevó a los investigadores alrededor de 13 años marca el inicio del desarrollo de las Ciencias Genómicas. Los logros del establecimiento del proyecto del Genoma Humano no deben minimizarse, en su conjunto, además de la información relacionada con el entendimiento de las enfermedades humanas y el efecto que tiene sobre la investigación biomédica, marcó el inicio de proyectos para secuenciar diferentes organismos desde virus, bacterias hasta mamíferos y plantas. Este proyecto requirió un enfoque multidisciplinario que generó una nueva manera de trabajo a través de consorcios, por lo que el éxito de las Ciencias Genómicas es la multidisciplinariedad. Además, las Ciencias Genómicas requirieron la implementación y desarrollo de las metodologías y herramientas para realizar análisis a gran escala, lo cual tiene aplicaciones en todos los campos de la biología, tales como la bioinformática.

En la actualidad el progreso económico y social de un país no puede sustraerse de los avances de las Ciencias Genómicas, pues esto lo llevaría a la total dependencia de las

naciones más avanzadas y lo condenaría inevitablemente al subdesarrollo. Las aplicaciones de las Ciencias Genómicas en las diferentes esferas de la vida de México, repercuten directa y positivamente tanto en el desarrollo económico y social de nuestro país, como en la misión de procurar y contribuir al bienestar de sus habitantes. Es por ello que el estudio de las Ciencias Genómicas es relevante para cualquier país o ciudad y de ahí la importancia de que la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM) tenga entre su oferta académica el PMCG.

En el campo de la Genómica, además de lo ya mencionado, el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación contribuirá a una mejor prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades, no solo de las que poseen componentes genéticos, sino también en las que hay factores ambientales involucrados. Por ejemplo, los nuevos conocimientos y la creación de equipamiento médico y de laboratorio basado en ellos, permitirán contar con herramientas para personalizar los cuidados de salud y de esta forma aumentar la efectividad de los mismos.

El desarrollo tecnológico en las áreas de la Genómica y la Biología Molecular también proporciona las herramientas para el diagnóstico de enfermedades genéticas y de agentes infecciosos en el área de la salud animal y vegetal. También es útil para establecer las relaciones de parentesco entre individuos de la misma y de diferentes generaciones, incluyendo a los ancestros que vivieron hace siglos. Estas herramientas sirven además, para identificar individuos mediante el análisis de huellas de DNA, lo que es fundamental en la criminología y la medicina forense modernas. Por otra parte, es posible estudiar el efecto de los contaminantes del ambiente y la dieta que producen modificaciones en el DNA, las cuales se heredan y aumentan la incidencia de enfermedades. Muchas de estas modificaciones predisponen a los individuos para sufrir enfermedades como el cáncer, la obesidad, la diabetes y dislipidemias; por lo que es importante diagnosticarlas a tiempo. Como los ejemplos anteriores podrían darse muchos más sobre la aplicación del conocimiento de la Genómica en prácticamente todas las áreas de la sociedad. Por las necesidades que pueden ser resueltas por la Genómica y la Biomedicina Molecular, y la magnitud del actual desarrollo tecnológico que evoluciona rápidamente, es necesario crear nuevos Centros de Investigación en estas áreas y formar científicos altamente calificados que puedan enfocarse en la investigación de problemas específicos de la Ciudad de México y sean capaces de mantenerse a la vanguardia del conocimiento.

En resumen, la innovación y el desarrollo tecnológico en el campo de la Genómica estimulará la generación de nuevos conocimientos, orientará la investigación con criterios de excelencia y relevancia, mejorará la calidad educativa y fomentará la cultura científica, lo cual a su vez estimulará la inversión para desarrollar nuevos centros de investigación e incrementar el número de investigadores y tecnólogos. En suma, se vuelve un círculo virtuoso que aumentará la integración de la sociedad mexicana al espacio del conocimiento y la aplicación de los mismos al sector salud, agroalimentario y otros de importancia social. De ahí que las aplicaciones de las

Ciencias Genómicas en las diferentes esferas de la vida de México, repercutirán directa y positivamente tanto en el desarrollo económico y social de nuestro país, como en la misión de procurar y contribuir al bienestar de sus habitantes. Por otra parte, en México y en la Ciudad de México en lo particular, existe la necesidad de formar investigadores e instructores con una preparación formal en Ciencias Genómicas a nivel maestría y estrechamente vinculada con los problemas que padecemos los habitantes de la Ciudad de México.

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en su reporte de la Educación Superior en México 2018, en el país sólo el 5.9 % de los jóvenes están matriculados en programas de especialización y maestría. Este porcentaje comparado con el promedio de los países que integran la OCDE que es del 16% es bajo, lo cual representa un retraso educativo para nuestro país (Educación Superior en México. Resultados y Relevancia del Programa para el Mercado laboral. OCDE 2018. https://www.oecd.org/centrodemexico/medios/educacion_superior_en_mexico.pdf). En México los programas de posgrado a nivel Maestría enfocados en las ciencias biológicas y biomédicas, ocupan alrededor del 25% de los posgrados a nivel nacional (el 75% se agrupa en posgrados enfocados a las ciencias sociales y las ingenierías). Por lo que resulta relevante realizar un análisis que establezca las prioridades dentro del ámbito nacional e impulsar posgrados relacionados con las ciencias biológicas que tengan además, un enfoque de vanguardia. Asimismo, en México la matrícula de estudiantes que se inscriben a programas de posgrado en la modalidad escolarizada de sostenimiento público es de alrededor de 156 141, de los cuales 41 134 se inscriben en programas de maestría de Universidades o Instituciones de la Ciudad de México. En la Ciudad de México existen alrededor de 228 instituciones que ofrecen estudios de Posgrado a nivel maestría de las cuales 83 ofrecen programas relacionados con las áreas de Biología y Química (23 programas) y de Medicina y Ciencias de la Salud (60 programas) (Anuarios Estadísticos de Educación Superior, ANUIES. Posgrado. Curso escolar 2018-2019 <http://www.anui.es.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>).

El análisis de la demanda de ingreso, tanto a los Programas de Maestría como de Doctorado en Ciencias Genómicas de la UACM, de 2003 hasta la fecha, ha permitido constatar el creciente interés de recién egresados y profesionales de las áreas biomédicas, químicas y biológicas en las Ciencias Genómicas. Estos índices, de manera indirecta, constituyen una medida de la ausencia de espacios de enseñanza y de núcleos académicos consolidados a nivel de posgrado en nuestra entidad, que se orienten específicamente a la formación de recursos humanos competitivos, ávidos de desempeñarse en los diversos campos de acción de la Genómica.

La UACM es una institución joven, comprometida con la generación de conocimiento y supeditada a las necesidades de la ciudad y del país. Por ello, la oferta educativa del PMCG dentro del marco de esta universidad gratuita con profundo sentido humanista,

constituye una opción para la Ciudad de México, un reto inaplazable que fomentará e impulsará el desarrollo científico y biotecnológico al servicio de nuestra comunidad y sociedad.

5.2 Aportaciones del plan en relación con la oferta educativa de otras instituciones de educación superior

Las líneas de investigación multidisciplinarias que se desarrollan en el Posgrado en Ciencias Genómicas, en las que se aplican los conocimientos más recientes en las Ciencias Genómicas, hacen del PMCG una propuesta atractiva para la realización de estudios de Posgrado.

Existen otras maestrías que incluyen la enseñanza de la Genómica desde otros puntos de vista. Tomando en cuenta el plan de estudios y las Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC) que se desarrollan en dichos posgrados las ofertas educativas en Ciencias Genómicas a nivel de Posgrado existentes a la fecha son: La Maestría en Ciencias Genómicas de la Universidad del Mar en Oaxaca, Oax., la Maestría en Biotecnología Genómica del IPN Unidad Reynosa en Tamaulipas, la Maestría en Ciencias Orientación Genómica en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ), Chihuahua. Sin embargo, estos programas difieren sustancialmente de la oferta académica del PMCG. En el caso del programa impartido en la Universidad del Mar la formación de los estudiantes es fundamentalmente en temas básicos de Bioquímica, Genética, Biología Celular-Molecular y Biotecnología, y los estudiantes solo reciben algunos temas selectos de Ciencias Genómicas, sus aplicaciones y algunos tópicos avanzados de Genómica (http://www.umar.mx/mc_genomicas.html#plan). El programa del IPN Unidad Reynosa en Tamaulipas está dirigido a la Biotecnología Genómica, por lo que las asignaturas básicas son Biología Molecular, Biotecnología a nivel genómico y Genética (<https://www.universia.net.mx/estudios/instituto-politecnico-nacional/maestria-ciencias-biotecnologia-genomica/st/191784>). Por último, el Programa de Maestría en Ciencias Orientación Genómica de la UACJ es el que más se asemeja al PMCG de la UACM ya que se imparten fundamentos de Genómica, Biología Molecular y Ciencias Ómicas y posee tres áreas terminales, Genómica Funcional, o Genómica Comparativa o Genética Molecular (<http://www3.uacj.mx/ICB/DCQB/MCOG/Paginas/default.aspx>).

A diferencia de este programa, en ninguno de los tres anteriores están incluidas las asignaturas de Evolución Molecular y Genómica y Proteómica Funcional como materias obligatorias. Solamente en el programa de la UACJ son materias electivas para redirigir a los estudiantes a cada una de las tres áreas terminales, por lo que todos los graduados no se formarán en esos temas. El programa de Evolución Molecular incluido en este plan de estudio proporciona a todos los estudiantes del PMCG los fundamentos teóricos de la evolución biológica, así como los métodos de inferencia filogenética, lo cual es la base para poder realizar estudios de Genómica Comparativa. En el caso del curso de Genómica y Proteómica Funcional, éste

también permite a todos los estudiantes del PMCG a adquirir habilidades en el uso de las herramientas genómicas y proteómicas para comprender la función génica.

Otras aportaciones que ofrece el presente plan de estudios frente a las ofertas mencionadas anteriormente son la fuerte formación básica en Biología Molecular y en métodos bioinformáticos aplicados a la Genómica estructural y funcional, lo cual, con excepción del programa de la UACJ, tampoco se toma en cuenta en los programas actuales de las otras universidades mencionadas. Así mismo, cabe recalcar que el PMCG es la única maestría de este tipo en la región centro del país que posee entre sus colaboradores a investigadores de los distintos institutos de salud y las instituciones académicas más importantes del país, lo cual permitirá un desarrollo más sólido y multidisciplinario de las distintas LGAC. A este respecto se debe enfatizar la flexibilidad del presente plan de estudios pues permite tomar cursos adicionales (Tópicos Selectos), de acuerdo a los intereses de los estudiantes y tutores, en otros posgrados de la UACM u otras instituciones externas con las que existan convenios para tener una formación más completa que permita al estudiante tomar en cuenta puntos de vista diversos de una temática o problema científico.

Debido las diferencias en los planes de estudio de las universidades mencionadas y el del PMCG de la UACM, los perfiles de egreso de los estudiantes de dichas universidades son menos integrales para abordar todas las subdisciplinas de las Ciencias Genómicas que el que poseerán los del PMCG de la UACM. Por ejemplo, el perfil de egreso de los graduados del programa de la UACJ, es muy especializado ya que debido a la orientación hacia tres áreas terminales diferentes, los graduados reciben los cursos de Evolución Molecular, Genómica y Proteómica Funcional de forma diferenciada y no todos los graduados poseen conocimientos básicos profundos en la disciplina sino solamente en una pequeña parte de ella. Por otro lado los graduados de la Maestría en Biotecnología Genómica en el IPN Unidad Reynosa Tamaulipas, están orientados fundamentalmente hacia las aplicaciones biotecnológicas de la Genómica.

5.3 Posibles campos de desarrollo profesional del egresado y/o valor cultural del plan de estudios

La población mexicana se caracteriza por su amplia diversidad genética, debido a sus diferentes raíces étnicas. Sus múltiples orígenes y las mezclas entre los diferentes grupos han generado una población muy particular, tanto en el sentido social como biológico. Sobre la base de los genotipos y fenotipos de sus habitantes la Genómica podría proporcionar los elementos claves que ayuden a prever problemas de salud en un futuro cercano, y tomar las medidas necesarias para evitar la aparición de enfermedades en grandes núcleos poblacionales. Conocer los genotipos que existen en la población de México permitiría también, determinar la presencia de genes que confieren susceptibilidad a ciertas enfermedades, identificar a los individuos inequívocamente y auxiliar a los órganos competentes en la investigación forense y criminalística; así como conocer la genealogía de los grupos

humanos radicados en él. Por otra parte, la aplicación de la Genómica a la botánica y a la zoología permitiría una mejor comprensión y preservación de los ecosistemas y los seres vivos que la constituyen. La investigación sobre la mayoría de estos aspectos en México apenas comienza, por lo que el surgimiento de espacios que fomenten el desarrollo de las Ciencias Genómicas resulta una necesidad a priorizar.

La UACM, institución creada sobre sólidos principios humanistas, ha definido como uno de sus objetivos centrales la generación y difusión del conocimiento científico en torno a la comprensión de los fenómenos inherentes a la población mexicana. Por este motivo, en consonancia con las necesidades existentes, debe ofrecer un lugar para el desarrollo y formación de profesionales altamente calificados en el dominio y aplicación de las Ciencias Genómicas, portadores de una actitud humana y ética, sensible a los problemas de la población que habita en nuestro país. Por el carácter novedoso de las Ciencias Genómicas y por lo reciente de su incorporación en México y en particular en la capital, aún no existe una oferta laboral amplia en este campo. A pesar de esto, la investigación Genómica y sus aplicaciones en muchas esferas de la vida se vislumbran como prioridad estratégica nacional y pilar del desarrollo y del bienestar social sostenible, a la vez que generará un vínculo poderoso y mutuamente benéfico con las actividades en las ramas alimentaria, médica, agrícola, farmacéutica, entre otras. Este desarrollo competitivo se basará, inevitablemente, en las acciones de una comunidad de profesionales con una sólida formación académica en Genómica, capaz de asumir los retos de los diferentes campos de acción. Por todo lo anterior se vaticina que la oferta laboral en este rubro se incremente de manera escalonada en los siguientes años.

Los campos de desarrollo profesional y laboral potenciales a los que podrán integrarse los egresados de la Maestría en Ciencias Genómicas de la UACM están ampliamente esparcidos y diversificados en los ámbitos público y privado representados por Universidades, Centros de Investigación y Empresas. Los graduados, no sólo contarán con las herramientas bioinformáticas para el estudio y análisis de las variaciones y particularidades de las secuencias de los genomas, la creación y mejoramiento de bases de datos, el manejo y diseño de programas de análisis de secuencias de genes y proteínas, y el modelaje y predicción de los fenómenos que se suceden en los seres vivos; sino también podrán poseer una formación competitiva en Biomedicina Molecular, importante para el desarrollo experimental de investigación básica y aplicada de vanguardia.

Por ejemplo, los estudiantes que cursen los tópicos selectos de Medicina Genómica, las cuales comprenden la caracterización y análisis de las variaciones en la secuencia del genoma y su asociación con el riesgo a desarrollar enfermedades humanas y predecir la respuesta a los medicamentos que se utilizan para combatirlas, contarán con una formación que les permitirá abordar los retos de la Farmacogenómica y del desarrollo de nuevos tratamientos basados por ejemplo en la terapia génica o en las denominadas vacunas de ADN.

Dentro de este campo de desarrollo los graduados en Ciencias Genómicas además podrán involucrarse en la investigación de los aspectos bioéticos, legales y sociales que conlleva el manejo y la manipulación del Genoma Humano.

De igual forma, los egresados que opten por los tópicos selectos del área de la Antropología Molecular podrán vincularse al análisis del ADN en restos fósiles, tanto de humanos como de otras especies, para desentrañar su historia social y evolutiva. De igual modo, en el ámbito de impartición de justicia, cada vez más se requiere el análisis e implementación de marcadores moleculares, que permitan identificar a los individuos en el contexto forense y de hecho, se augura un crecimiento del número de Laboratorios de Genética Forense que en nuestro país se abrirán en los próximos años.

Asimismo, el desarrollo de organismos transgénicos y de biopesticidas, el mejoramiento de los cultivos y de la salud ganadera, y el trabajo zootécnico y biotecnológico, constituyen desafíos que, cada día más, competen a las Ciencias Genómicas dentro de la rama agropecuaria. De igual modo, en la investigación relacionada con la preservación y el mejoramiento del medio ambiente, los egresados podrán vincularse al análisis de los genomas de las entidades que afectan o controlan al ecosistema.

Aunado a todo lo anterior, el Maestro en Ciencias Genómicas también podrá vincularse a los centros e institutos de investigación como recursos humanos altamente calificados con el fin de profundizar y generar conocimiento aplicable a las diversas áreas de impacto de la Genómica. Igualmente serán cantera de ingreso a diversos programas de posgrados nacionales y/o internacionales.

Los estudiantes de la Maestría en Ciencias Genómicas podrán también vincularse académicamente con otros centros de investigación e institutos de nivel superior a través de su participación en proyectos de investigación específicos. Los estudiantes estarán inmersos, desde el segundo semestre, de su formación en proyectos de investigación que llevan a cabo los profesores del PMCG, y en donde participarán a través de colaboraciones de investigación que los profesores tienen con diversas instituciones.

Derivado de dichas acciones también se impactará en la vinculación institucional y la movilidad de los estudiantes se beneficiará a través de la colaboración académica con otras instituciones y centros de investigación tales como la UNAM, el IPN, la UAM y el CINVESTAV, por mencionar algunos. Los estudiantes participarán a través del desarrollo de sus trabajos de Tesis o servicio social y obtendrán diversos productos académicos entre los que destacan presentaciones en congresos nacionales e internacionales, publicaciones de artículos en extenso en revistas nacionales e internacionales, artículos de divulgación, e incluso la generación de propiedad intelectual, lo cual repercutirá de manera positiva en como la Universidad se vincula con otras instituciones académicas.

Algunos ejemplos de la vinculación están representados por las colaboraciones actuales que tienen los profesores del PMCG con instituciones tales como el Instituto Nacional de Cancerología, el Instituto de Enfermedades de la Mama y el INMEGEN en proyectos relacionados al estudio molecular del Cáncer en población mexicana; con el CINVESTAV, UNAM y el Instituto Pasteur, Francia, en proyectos relacionados al estudio de virus del Dengue, enfermedades infecciosas tales como amibiasis humana, la tricomoniasis, el estudio de la tuberculosis, entre otros. También existen proyectos de vinculación en el área de estudio de enfermedades infecciosas de interés veterinario con la Universidad de Querétaro y la Universidad del Estado de Washington.

Enfoques y modelos en la enseñanza del campo académico o disciplina de referencia

La práctica profesional de los egresados en este campo tiene ya una gran demanda dado la variedad tan amplia de aplicaciones de las Ciencias Genómicas, y todas las tendencias apuntan a una mayor demanda futura. Es por esto que resulta fundamental la formación de recursos humanos altamente capacitados a nivel maestría en este campo para continuar nuestra trayectoria de progreso en la docencia y en segundo lugar la generación de nuevos conocimientos en este rubro tan importante de la investigación científica nacional y de la Ciudad de México.

El enfoque cultural del campo académico o disciplina de referencia

El desarrollo de espacios científicos en México ha estado impactado por un pobre apoyo económico e incomprensiones de los tomadores de decisiones. Esto ha propiciado una importante “fuga de cerebros” debido a que muchos científicos no encuentran el terreno propicio para desarrollarse. Esta situación es el caso para la Genómica en donde no se han generado espacios suficientes ni de enseñanza, ni de investigación que propicien el ingreso de nuestro país a esta importante vertiente del conocimiento científico actual. Sin ciencia es imposible tener un desarrollo como nación, ya que la generación de nuevo conocimiento, así como la aplicación del mismo van a impactar de manera directa e indirecta la prosperidad social, cultural y económica de nuestra sociedad.

Diagnóstico y prospectiva de la oferta laboral en el campo profesional de referencia.

Actualmente existe un enorme vacío laboral por la falta de personal formado específicamente en las áreas de las Ciencias Genómicas, y en particular que esa formación sea compatible con la demanda creciente de servicios que emplean el conocimiento de la Genómica, en el ejercicio de las labores de los diferentes sectores públicos y privados que lo requieren. Algunos ejemplos serían los siguientes, entre otros muchos: sectores de salud y diagnóstico, la industria farmacéutica, el sector biotecnológico, el área de la ecología, la antropología, las ciencias forenses, la

veterinaria y la zootecnia, por nombrar algunos de los más importantes.

En todos estos diferentes campos laborales la Genómica es uno de los lenguajes comunes, y que cada vez se requiere tanto en la implementación, como en el desarrollo de nuevas tecnologías, por lo que la demanda de profesionales capacitados irá en un constante aumento en el futuro cercano.

Por otro lado, el quehacer científico en todas las áreas biológicas, hoy en día es impensable sin la aplicación de la Genómica. Es un área de conocimiento fundamental en todas las áreas de la biología, desde luego incluyendo las dedicadas a la salud.

El campo laboral existente

Hoy en día la aplicación de la Genómica es ampliamente realizada en todo el sector de la salud tanto en la parte diagnóstica, terapéutica, como epidemiológica. Además el sector de la manufactura de los ya incontables medicamentos que proceden de la aplicación de la Genómica como la insulina, el interferón y numerosas vacunas, por nombrar unos cuantos.

Por otro lado, en el campo de la ecología, prácticamente todos los procesos de taxonomía actuales se han replanteado sobre la base de las aportaciones del conocimiento de la Genómica de los seres vivos, al igual que el buen entendimiento de los ecosistemas. En el sector de hidrocarburos, en las ciencias forenses y antropológicas, en la zootecnia, en la producción de alimentos, la aplicación e implementación de las Ciencias Genómicas es una práctica cotidiana. A pesar de ser esto una práctica en el mundo desarrollado en nuestro país la realidad es otra, y en particular en la Ciudad de México en donde son contados los sitios que llevan a cabo el ejercicio de la Genómica y todavía menos los que la enseñan. Debido a esto es imperioso la implementación de programas de posgrado como la Maestría en Ciencias Genómicas, para poder alcanzar la aplicación y desarrollo de esta importante disciplina de la ciencia.

El campo laboral al que podrían integrarse los egresados de la Maestría

Los campos laborales que son potenciales empleadores de los profesionales egresados del Programa de Maestría en Ciencias Genómicas a nivel mundial y desde luego, en nuestro país son diversos, por ejemplo tenemos:

- Diagnóstico, investigación y terapéutica en el Sector Salud.
- Diseño de fármacos para la salud humana y veterinaria.
- Optimización de los exámenes de compatibilidad de órganos en transplantes.
- Detección rápida de infecciones causadas por microorganismos patógenos.
- Realización de estudios de Antropología Molecular.

- Realización de estudios de las migraciones de diferentes poblaciones.
- Identificación del material genético de seres vivos involucrados en estudios de la criminalidad en las ciencias forenses.
- Determinación de relaciones de paternidad en materia de derecho civil.
- Detección de bacterias y otros organismos que pueden contaminar aire, suelo y agua.
- Desarrollo de biopesticidas.
- Desarrollo de la zootecnia y la biotecnología de alimentos.
- Desarrollo de servicios de salud en laboratorios privados.
- Generación de autoempleo (desarrollo de microempresas, laboratorios de diagnóstico molecular, consultorías, etc.).
- Impartición de docencia a nivel posgrado.

Además todas las universidades y escuelas que se encargan de la impartición de las ciencias biológicas, tanto en el sector público como privado, además de las grandes instituciones donde se lleva a cabo la investigación científica en el país y desde luego en la Ciudad de México, iniciando con el desarrollo de este importante sector dentro de la UACM.

5.4 La forma en la que se inscribe en el proyecto educativo, los principios y prioridades institucionales de la UACM enmarcadas en la Ley y su exposición de motivos.

Como universidad pública de educación laica, la UACM tiene el propósito de formar integralmente estudiantes de posgrado con sentido social, humanístico y científico, ofreciendo todas las herramientas para que se desempeñen con un pensamiento crítico y propositivo, dentro y fuera de su campo de acción, y asuman un compromiso responsable con la sociedad. Los nueve principios establecidos en la Ley de la UACM y su exposición de motivos constituyen el contexto legal y normativo que define los objetivos de la enseñanza pre y posgraduada en nuestra institución (Marco Normativo de la UACM. <https://portalweb.uacm.edu.mx/uacm/PORTALUACM/Marconormativo.aspx>).

El PMCG ha sido concebido para que se inserte armónicamente dentro del proyecto educativo de la UACM y su buen desenvolvimiento es consecuencia de un adecuado cumplimiento de las funciones sustantivas de la institución, a saber, docencia, investigación, difusión científica, extensión académica y cooperación social. Asimismo, el PMCG se inserta también en el plan de formación científica integral del Colegio de Ciencia y Tecnología. De esta forma, el PMCG de la UACM ha aumentando las oportunidades de educación posgraduada incluyente, contribuyendo así al desarrollo científico, profesional y personal de los profesionales del área biológica y biomédica de todo el país, ratificando el carácter innovador del proyecto educativo de la UACM, el cual está centrado en la formación del estudiante y en la educabilidad de todos los individuos.

El plan de estudio de la Maestría en Ciencias Genómicas de la UACM es un instrumento al servicio de los estudiantes, redactado en términos de aprendizaje y producto del trabajo académico colegiado. Dicho plan de estudios, refuerza la formación docente con la práctica experimental, lo cual asegurará un alto nivel en las actividades académicas programadas, así como la plena confiabilidad en el título de posgrado otorgado.

La apertura del PMCG garantizó cubrir un espacio educativo bajo los preceptos del modelo educativo de la UACM sin descuidar los más altos estándares científicos y tecnológicos, con el fin de graduar profesionales comprometidos con la resolución de las necesidades de todos los que viven en nuestro país.

Este proyecto es fruto del trabajo colegiado multidisciplinario y la vinculación transdisciplinaria, lo cual nos ha permitido seguir construyendo comunidad académica y es la base tanto de la libertad de cátedra como de la pluralidad de pensamiento, los cuales son principios básicos del modelo educativo de la UACM.

5.5 La vinculación del plan con las áreas de la universidad.

El proyecto educativo de la UACM se identifica con el trabajo colegiado e interdisciplinario en torno a intenciones comunes. No obstante, la oferta educativa en nuestra universidad no se encuentra diversificada. Como ejemplo concreto podemos mencionar que en el Colegio de Ciencia y Tecnología no existe oferta académica de maestrías del área biológica. En este sentido, la propuesta de crear un mecanismo de vinculación de la Academia de Ciencias Genómicas con otros posgrados, academias y áreas de nuestra universidad, facilitará a futuro la creación de nuevos programas, cuyos enfoques se orienten a las ciencias y respondan a los principales objetivos de la UACM. La vinculación con otras áreas de la UACM permitirá además reforzar la formación científica y optimizar tanto recursos humanos como materiales y de infraestructura en el Colegio de Ciencia y Tecnología, y por ende, en toda la universidad. Pero más allá, también promoverá que los profesores de las distintas academias interactúen y reflexionen sobre sus campos de conocimientos, hagan propuestas y tomen decisiones concernientes a docencia, investigación, divulgación del conocimiento y cooperación con los distintos actores de la sociedad.

Actualmente, el PMCG es un programa reconocido y consolidado, gracias al esfuerzo colegiado de una de las Academias que más resultados ha generado en materia de formación de posgraduados y la investigación que realiza es altamente competitiva a nivel nacional e internacional. La experiencia adquirida a lo largo de estos 16 años, ha permitido un crecimiento de la Maestría en Ciencias Genómicas dentro de la UACM y es reconocido dentro del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del CONACyT, manteniendo la creación de un engranaje sistemático que integre academia, docencia e investigación científica de frontera en esta área.

6. Justificación

El PMCG es congruente con el creciente desarrollo de la genómica en el mundo, y con la generación de individuos capaces de implementar dicho conocimiento dentro de las aplicaciones prácticas de dicha disciplina.

La creación del PMCG de la UACM tiene como uno de sus objetivos fundamentales el desarrollo de la Investigación Científica y Tecnológica de Frontera. Sus áreas de interés estarán dirigidas principalmente al estudio de la Genómica de las enfermedades infecciosas y agentes que las producen, enfermedades complejas que poseen componentes genéticos y medio ambientales, enfermedades degenerativas determinadas por el estrés y la edad, los efectos del medio ambiente en los seres vivos, el diagnóstico molecular de las alteraciones genéticas, la resolución de problemas relacionados con la paternidad y la maternidad y la identificación de individuos por sus características únicas, incluyendo el análisis del DNA, antropología molecular y ciencias forenses. Para lograr estos objetivos se utilizarán las herramientas de la biología molecular, genética, bioquímica, genómica y proteómica comparada y funcional, bioinformática, genética de poblaciones, biomedicina molecular y farmacogenómica, que podrán derivar en bienes para la población del país y en particular de la Ciudad de México, tales como el descubrimiento de nuevos biomarcadores con potencial diagnóstico y terapéutico en diversas enfermedades, medicamentos más eficaces y el desarrollo de nuevas estrategias para la erradicación de las mismas, incluyendo vacunas y tratamientos moleculares dirigidos.

En nuestro país no existen antecedentes de un programa de Maestría en Ciencias Genómicas con las características que este posee, impartido por una Institución Pública de Educación Superior. El PMCG que se desarrolla en la UACM es pionero en la formación de Investigadores jóvenes calificados para realizar Investigación Científica y Tecnológica de alta calidad en materia de Ciencias Genómicas.

Referencias Bibliográficas

- **Adams M.** y cols. 2000. The genome sequence of *Drosophila melanogaster*. *Science* 287:2185-2195.
- **Ajdic D.** y cols. 2002. Genome sequence of *Streptococcus mutans* UA159, a cariogenic dental pathogen. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99:14434-14439.
- **Anuarios Estadísticos de Educación Superior, ANUIES.** Posgrado. Curso escolar 2018-2019 <http://www.anui.es/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>
- **Aparicio S.** y cols. 2002. Whole-genome shotgun assembly and analysis of the genome of *Fugu rubripes*. *Science* 297:1301-1310.
- **Bao Q.** y cols. 2002. A complete sequence of the *T. tengcongnesis* genome. *Genome Res.* 12:689-700.
- **Dehal P.** y cols. 2002. The draft genome of *Ciona intestinalis*: Insights into chordate and vertebrate origins. *Science* 298:2157-2167.

- **Deng W.** y cols. 2002. Genome sequence of *Yersinia pestis* kim. *J. Bacteriol.* 184:4601-4611.
- **Educación Superior en México. Resultados y Relevancia del Programa para el Mercado laboral. OCDE 2019.** https://www.oecd.org/centrodemexico/medios/educacion_superior_en_mexico.pdf; pag 9.
- **Fleischmann R., M. Adams, O. White, R. Clayton, E. Kirkness, A. Kerlavage, C. Bult, J. Tomb, B. Dougherty, J. Merrick.** 1995. Whole-genome random sequencing and assembly of *Haemophilus influenzae* Rd. *Science* 269:496-512.
- **Genomics and Precision Health. CDC.** <https://www.cdc.gov/genomics/about/index.htm> Accesado 6 de diciembre 2019
- **Genome News Network. Genomes of the World.** <http://www.genomenetwork.org/>. Accesado 25 Septiembre 2019.
- **Goffeau A.** y cols. 1996. Life with 6000 genes. *Science* 274:546-567.
- **Lander E.** y cols. 2001. Initial sequencing and analysis of the human genome. *Nature* 409:860-921.
- **Marco Normativo de la UACM.** <https://portalweb.uacm.edu.mx/uacm/PORTALUACM/Marconormativo.aspx>. Accesado 9 de Diciembre 2019.
- **McKusick V. A., F. H. Ruddle.** 1987. A new discipline, a new name, a new journal. *Genomics* 1:1-2.
- **Nelso K. E.** y cols. 2002. Complete genome sequence and comparative analysis of the metabolically versatile *Pseudomonas putida* KT2440. *Environ. Microbiol.* 4:799-808.
- **Programa de Maestría en Biotecnología Genómica. IPN. Unidad Reynosa. Tamaulipas.** <https://www.universia.net.mx/estudios/instituto-politecnico-nacional/maestria-ciencias-biotecnologia-genomica/st/191784>. Accesado 1 Octubre 2019.
- **Programa de Maestría en Ciencias Genómicas.** Universidad del Mar. Oaxaca. (http://www.umar.mx/mc_genomicas.html#plan). Accesado 1 Octubre 2019.
- **Programa de Maestría en Ciencias Orientación Genómica.** Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Chihuahua. (<http://www3.uacj.mx/ICB/DCQB/MCOG/Paginas/default.aspx>). Accesado 1 Octubre 2019.
- **Sanger F., R. O. Greer Jr, R. E. Averbach.** 1977. Nucleotide sequence of bacteriophage phiX174 DNA. *Nature* 265:687-695.
- **Tettelin H.** y cols. 2002. Complete genome sequence and comparative genomic analysis of an emerging human pathogen serotype V *Streptococcus agalactiae*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99:12390-12396.
- **The C. elegans Sequencing Consortium.** 1998. Genome sequence of the nematode *C. elegans*: a platform for investigating biology. *Science* 282:2012-2018.
- **The past, present and future of genome sequency.** <https://www.labiotech.eu/features/genome-sequencing-review-projects/>. Editorial

team. Accesado 25 Septiembre 2019.

- **Venter**, J. C. 2001. The sequence of the human genome. *Science* 291:1304-1351.
- **Waterston** R. H. y cols. 2002. Initial sequencing and comparative analysis of the mouse genome. *Nature* 420:520-562.

7. Misión

La Maestría en Ciencias Genómicas acorde con los principios del modelo educativo de la UACM es un espacio académico autónomo e innovador en la Ciudad de México que permite la constitución de una comunidad académica con profesionistas que tienen una formación integral científica y profundamente humana. Los maestros en Ciencias Genómicas adquieren el conocimiento con alto rigor científico, y un profundo sentido humanístico y crítico.

Una de las misiones principales del PMCG es contribuir al desarrollo cultural, profesional y personal de los estudiantes. Así como promover que la labor profesional del egresado de la Maestría en Ciencias Genómicas este regida por una alta disposición hacia el trabajo y un amplio sentido social.

8. Visión

La Maestría en Ciencias Genómicas de la UACM ofrece una alternativa innovadora para realizar estudios de maestría, en la cual se le brindan a los estudiantes bases sólidas sobre los procesos biológicos bajo una perspectiva tecnológica contemporánea y de vanguardia. El PMCG brinda una formación en la que se pone particular atención en el desarrollo de las Ciencias Genómicas, la Proteómica y la Evolución Molecular, permitiendo a los estudiantes desarrollar una visión que les permite integrar y orientar este conocimiento en la resolución de problemas relacionados con la salud humana y animal.

El PMCG es un programa con reconocimiento y prestigio nacional, incluyente y con una alta responsabilidad humanista y social. EL PMCG es promotor del desarrollo de la investigación científica tanto básica como aplicada, promoviendo el desarrollo y la generación de conocimientos en beneficio de la sociedad.

El PMCG es una comunidad educativa que brinda una formación integral y forma profesionales competentes con sensibilidad y responsabilidad social, con un modelo de enseñanza-aprendizaje en donde el pensamiento del profesionista de las Ciencias Genómicas debe estar claramente argumentado y sustentado en conocimientos razonados y hechos analizados desde una perspectiva humanística y un claro sentido bioético.

9. Propósitos generales del programa.

La UACM como universidad pública tiene la encomienda de ser una opción de educación superior para los jóvenes recién egresados de los bachilleratos en la Ciudad de México. Uno de los principales retos de la UACM es el de desarrollar un proyecto innovador donde se discutan cuestiones fundamentales sobre educación superior en México y que permita responder de mejor manera a los retos actuales garantizando un alto nivel de eficiencia en sus actividades. Asimismo, la UACM tiene por objetivo formar estudiantes con sentido social, humanístico, científico y crítico. Es por ello que los principios que rigen el proyecto educativo de la UACM definidos en la Ley y el Estatuto General Orgánico de la UACM (<https://portalweb.uacm.edu.mx/uacm/PORTALUACM/Marconormativo.aspx>) son el marco para definir los objetivos de la enseñanza de la Maestría en Ciencias Genómicas.

La Maestría en Ciencias Genómicas está dirigida a la formación de individuos capacitados para participar en el análisis, adaptación e incorporación a la práctica de los avances de la investigación científica y tecnológica de frontera en el campo de la genómica de parásitos, virus y bacterias y genómica humana. Así en el PMCG, utilizando las herramientas de la genómica, se profundiza en el conocimiento de la biología de diferentes microorganismos y del ser humano con el fin de desarrollar estrategias para la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades infecciosas, crónicas y degenerativas. Estas estrategias contribuirán a mejorar la salud humana y animal y generar productos como vacunas y agentes terapéuticos que deriven en beneficios para la población del país y en particular de la Ciudad de México.

La Genómica es una ciencia joven que nace a partir del desarrollo biotecnológico y que ha permitido determinar las secuencias completas de los genomas de distintos organismos. A partir de 1995 se han secuenciado diferentes genomas y en la actualidad en la base de datos de Pubmed hay reportados 48,733 genomas de diferentes géneros, especies y cepas de organismos eucariotes [9,720], procariontes [222,341], virus [33,946], así como también plásmidos [19,479], y organelos [15,056] (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/browse/#!/overview/>. Accesado 10 de Diciembre 2019). De aquí que el estudio integral de los genomas, el contenido, localización y función de los genes que los componen, así como las funciones de las regiones no codificantes, es una de las tareas más inmediatas que siguen al conocimiento de estas secuencias. Es por ello que los estudiantes que ingresen al PMCG adquirirán las bases teóricas que les permitirán comprender e interpretar la información obtenida de los genomas. Asimismo las unidades curriculares relevantes para el plan de estudios incluyen trabajo de laboratorio y el desarrollo de un proyecto de investigación que permitirán a los estudiantes aprender las herramientas básicas de biología molecular, bioinformática, genómica y proteómica que se requieren para analizar las secuencias de los genomas y determinar las funciones de los genes. Asimismo, con el empleo de estas herramientas podrán identificar las regiones en el ADN que diferencian a organismos de una misma especie y como pueden ser

aplicadas para identificar genes que proporcionan resistencia o susceptibilidad a una enfermedad.

La Maestría en Ciencias Genómicas se propone formar profesionales capaces de realizar una exhaustiva síntesis analítica que les permita identificar problemas relacionados con la salud humana y animal, el desarrollo de nuevas técnicas de diagnóstico de enfermedades, la búsqueda de nuevos blancos farmacológicos y la identificación humana con aplicación en la medicina forense y la antropología. El programa proporcionará todas las herramientas que permitan a los estudiantes analizar y discutir los conocimientos que se generan en la frontera de su campo.

Finalmente el PMCG, tiene como propósito formar profesionistas de alto nivel humano y académico capaces de ejercer actividades científicas, tecnológicas, docentes y de investigación relacionadas con la biología molecular, genómica y la proteómica, en aras de aplicar sus conocimientos en sectores como la salud pública que repercutan en el bienestar de la sociedad.

De forma general, la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM) en su Ley y en el Estatuto General Orgánico (<https://portalweb.uacm.edu.mx/uacm/PORTALUACM/Marconormativo.aspx>) se plantea los siguientes propósitos:

- Planear, coordinar y operar un sistema de educación superior que responda a un ideal democrático de nación, basado en el principio de satisfacer las necesidades educativas de la población incluidos los programas educativos de las Ciencias Genómicas y en el nivel más especializado de formación la obtención del grado de Maestro en Ciencias Genómicas.
- Desarrollar la normatividad necesaria para la operación, además de crear las condiciones para que estas aspiraciones educativas se eleven de manera creciente y constante, dentro de la UACM.
- Desarrollar la metodología educativa que corresponda a la filosofía y políticas educativas de la UACM.
- Ofrecer un catálogo de estudios desde licenciaturas, diplomados, y posgrados (Maestrías y Doctorados), cursos abiertos de educación continua y abierta, que respondan a los retos de la sociedad contemporánea. Al formular programas de conocimiento con una sensibilidad especial para la Ciudad de México, en cuanto a los problemas y las carencias educativas que deben resolverse para hacer de nuestro espacio un territorio desde el que se garantice una vida mejor, más digna, y una convivencia más armónica para todos sus habitantes.

En respuesta a los anteriores propósitos, el PMCG cumple y acata todos y cada uno de los puntos mencionados, además de llenar un vacío dentro del crecimiento científico del quehacer de la ciencia tanto nacional como de la Ciudad de México.

10. Objetivos

Objetivo general

El PMCG tiene como objetivo formar profesionistas de alto nivel académico capaces de, ejercer actividades científicas, docentes y de investigación en los que apliquen sus conocimientos en genómica y proteómica para la resolución de problemas de salud, y contribuir al desarrollo tecnológico.

Objetivos específicos

- Preparar a los estudiantes de manera que adquieran la capacidad y el conocimiento para plantear sus problemas de investigación, así como las estrategias y la metodología para resolverlos, abordándolos con un enfoque integral en el que apliquen los conocimientos y aptitudes adquiridas en su formación.
- Proporcionar a los estudiantes todas las herramientas que les permitan analizar y discutir los conocimientos de frontera que se generan en su campo de estudio.
- Preparar profesionales capaces de transmitir los conocimientos adquiridos a estudiantes de licenciatura y posgrado.
- Formar Maestros en Ciencias que sean capaces de vincular las actividades científicas, tecnológicas y de servicio con los diferentes sectores públicos y privados que los requieran, a través del desarrollo de proyectos de educación, implementación de planes estratégicos y el desarrollo de la investigación científica.

11. Perfil de ingreso

El PMCG está orientado a profesionistas egresados de licenciaturas afines a las Ciencias Genómicas tales como: Biología, Química, Ingeniería Biotecnológica, Medicina, Nutrición, Químicos Farmacéuticos Biólogos, Biólogos, etc. El aspirante deberá tener la inquietud, actitud crítica, capacidad integrativa y disciplina para el estudio de las ciencias de la vida, ciencias de la salud y ciencias genómicas.

Para ingresar, los aspirantes deben contar con conocimientos previos de Biología Celular, Biología Molecular, Álgebra, Estadística, Química, Bioquímica e Idioma Inglés, además de demostrar su capacidad analítica y crítica y una actitud propositiva que haga evidente su interés genuino para realizar estudios de maestría con la finalidad de incrementar sus conocimientos, adquirir nuevas habilidades y experiencias que le servirán en su vida profesional.

El aspirante deberá mostrar receptividad a la crítica científica y tomarla como un

campo de oportunidad que le permitirá subsanar sus deficiencias teóricas y afinar sus habilidades tanto analíticas como prácticas durante su tránsito en el programa de maestría. Además, deben mostrar capacidad de autocrítica y de socialización, lo cual es fundamental para su integración en grupos de investigación.

12. Perfil del egresado

El egresado del PMCG es un profesional de alto nivel académico capaz de identificar problemas concretos en los que aplica sus conocimientos y las herramientas de la Genómica y Proteómica para el abordaje y resolución de los mismos. Con estos elementos contará con una visión integral de los problemas que le permitirá resolver, comprender y aplicar el método científico con profundidad en el área específica que elija dentro de cualquier campo de investigación.

El egresado adquiere las habilidades experimentales y analíticas necesarias para la investigación científica en el campo de la salud; para impartir los conocimientos adquiridos en los niveles de licenciatura y posgrado, así como para analizar y discutir los conocimientos generados en la frontera de su campo. Tanto los conocimientos como las habilidades adquiridas, lo preparan para poder continuar con su preparación académica de nivel Doctorado y concluir una carrera de investigador de alto nivel.

El egresado del PMCG desarrolla habilidades básicas para manejar equipos, instrumentos y técnicas de laboratorio, en particular los requeridos en el campo del conocimiento en el que se desarrolló. Es capaz de comunicar de forma clara los conocimientos y de redactar también de forma clara, concisa y estructurada los resultados de su investigación, además de desarrollar habilidades para trabajar en equipo de forma armónica y productiva.

Los egresados del PMCG son profesionistas íntegros que desarrollan los valores y principios éticos aplicables al desarrollo de la ciencia, tanto básica como aplicada, además de que se fomenta en ellos los principios de responsabilidad social, respeto y honestidad, permitiéndoles aplicar el método dialéctico en el abordaje y la resolución de problemas.

En resumen, los Maestros en Ciencias Genómicas al egreso cuentan con bases teóricas sólidas, un pensamiento crítico y habilidades prácticas que le permiten dominar las herramientas metodológicas de la investigación científica y del diseño experimental, realizar investigaciones científicas con independencia técnica, asesorar estudiantes de licenciatura, contribuir a generar nuevos conocimientos bajo tutoría o asesoría y formar estudiantes hasta el nivel de Maestría.

Especificaciones sobre el perfil del egresado

El egresado del PMCG será un profesional de alto nivel académico que poseerá un conocimiento cabal y actualizado de las áreas principales de la Genómica y

Proteómica tanto de organismos procariontes como de eucariontes y áreas afines. Con estos elementos contará con una visión integral de los problemas que habrá de resolver y podrá comprender y aplicar el método experimental con profundidad, ya sea como investigador principal o colaborador auxiliar, en el área específica que elija dentro de cualquier campo de educación e investigación conexas.

El graduado del PMCG tendrá una profunda destreza en el manejo y enseñanza de la tecnología vanguardista en su área de especialización. Utilizará la tecnología y los sistemas de información como herramientas de aprendizaje y en su vida profesional. Podrá a su vez, realizar un estudio crítico y objetivo del panorama real científico relacionado con su formación, analizar e interpretar los datos empíricos que arroje una investigación; así como reportar y comunicar de manera clara, tanto verbal como por escrito, los objetivos, los alcances, la metodología y los resultados experimentales obtenidos. Tanto los conocimientos como las habilidades adquiridas, lo prepararán para poder ingresar al Programa de Doctorado en Ciencias Genómicas de la UACM u otra institución y concluir la carrera de investigador de alto nivel. El egresado contará con las habilidades experimentales y analíticas necesarias para el manejo de la información, las técnicas y metodologías requeridas en el desarrollo de la investigación científica, que le permitan realizar investigaciones científicas originales en el campo de la salud, impartir los conocimientos adquiridos en los niveles de licenciatura y postgrado, analizar y discutir los conocimientos que se generen en la frontera de su campo, identificar y plantear estrategias científicas para resolver los problemas relevantes en el área de la salud e implementar metodologías innovadoras.

Al concluir el programa de maestría el titulado aspirará como profesional a mantenerse actualizado y sus acciones serán marcadas por un alto sentido de responsabilidad ética, lo cual implica un comportamiento correcto, apegado a la verdad y ajeno a la simulación. La formación recibida lo prepara para interactuar en equipo con otros profesionales y alumnos de su misma o diferente área de formación o especialidad. De igual manera será capaz de comprender textos de temas biológicos publicados en idioma inglés, y de transmitir sus conocimientos a generaciones subsecuentes impartiendo cursos teórico-prácticos básicos y especializados afines a las áreas de la Genómica y Proteómica respetando los principios humanistas que promueve y practica la UACM. El egresado será una persona sensible a las situaciones que lo rodean y actuará siempre con firmeza para promover una mejor sociedad.

Los egresados del PMCG contarán con los conceptos básicos y conocimientos teóricos y prácticos actualizados en el campo de la Genómica y Proteómica, lo cual le permitirá ejercer una crítica responsable en estas disciplinas. Por otra parte, los estudiantes graduados de este programa, dada su formación multidisciplinaria, contarán con la capacidad de realizar de manera sistemática análisis conceptuales y metodológicos en el campo de las ciencias biológicas.

El egresado también será capaz de identificar las bases teóricas del conocimiento científico en el área de la biología, dentro del contexto cultural, histórico y social en el que se originaron, y de establecer las relaciones adecuadas entre las diferentes posiciones teóricas y filosóficas, en el abordaje de un problema concreto, teniendo en consideración la realidad socio-política contemporánea.

El Maestro en Ciencias Genómicas será consecuente con una actitud crítica y sin falsas concepciones de la información científica a su alcance, sobre la base del conocimiento de la historia del problema científico en cuestión, una amplia actualización del tema y sólidas evidencias experimentales.

El egresado será portador y promotor de altos valores morales y humanos que le permitan evaluar de manera justa y práctica cualquier reto que se le presente en su vida profesional.

El Maestro en Ciencias Genómicas tendrá una actitud positiva y disciplinada ante el trabajo, lo que facilitará el exitoso desempeño de su vida profesional.

13. Estructura curricular

La UACM funda sus planes de estudio en un currículo flexible que permite al estudiante construir su trayectoria académica en función de sus intereses, pero que se apega al acuerdo número 279 emitido por la Secretaría de Educación Pública (SEP) que establece los trámites y procedimientos relacionados con el reconocimiento de validez oficial de estudios del tipo superior (Acuerdo Número 279; http://normatecainterna.sep.gob.mx/work/models/normateca/Resource/252/1/images/acuerdo_279_tramites_procedimientos_reconocimiento_validez_oficial_estudios_superiores.pdf). Dicho acuerdo establece que para los estudios de maestría el mapa curricular debe estar integrado por un mínimo de 75 créditos, después de la licenciatura (Acuerdo 279, Artículo 13), y un mínimo de de 300 horas bajo la conducción de un académico (Acuerdo 279, Artículo 15).

Para ello se contemplan las distintas trayectorias que el estudiante podría seguir, partiendo de los conocimientos indispensables para contar con una formación certificable que justifique socialmente su incorporación como profesional desde un área de conocimiento específica. El estudiante, con la guía de su tutor y en conjunto con su comité asesor, elegirá los Tópicos Selectos que cursará con base en sus intereses personales, la relevancia del tema que se cubrirá en el tópico relativa a su proyecto de tesis y las áreas del conocimiento que sus asesores consideren necesario reforzar.

El PMCG consta de cuatro semestres. El primer semestre posee tres cursos indispensables; el segundo semestre un curso indispensable, un Tópico Selecto y el Trabajo de Investigación I. El tercer semestre lo integra un Tópico Selecto, el Trabajo de Investigación II y el seminario de investigación. Durante el último

semestre, se realiza el Trabajo de Investigación III y se presenta el seminario de evaluación.

La formación práctica de los estudiantes se inicia durante el segundo semestre con la materia denominada Trabajo de Investigación I, la cual se continua durante el tercer y cuarto semestre con Trabajo de Investigación II y Trabajo de Investigación III, respectivamente. Durante estos semestres bajo la dirección de un docente el estudiante desarrollará un proyecto de investigación el cual le permitirá obtener y consolidar su formación práctica. Asimismo, en el Trabajo de Investigación I se le proporcionarán los fundamentos de la metodología de la investigación científica y bioseguridad en el laboratorio para que puedan comenzar a abordar su trabajo independiente en el laboratorio.

Para el seguimiento y certificación de las asignaturas Trabajo de Investigación I, II, y III se conformará un comité asesor en el cual participará el director de tesis y al menos dos profesores más, expertos en el tema de investigación. Los avances del trabajo de investigación serán evaluados en seminarios presentados ante la academia de profesores al término de los semestres 2, 3 y 4. En estos seminarios se evaluará tanto el avance del proyecto, como la capacidad del estudiante de discutir y defender el proyecto y sus resultados.

Para cumplir con los criterios de titulación, el estudiante, además de concluir satisfactoriamente el proyecto de investigación, tiene que acreditar un seminario de evaluación y sus conocimientos de idioma inglés nivel intermedio ante la Academia de Idioma Inglés de la UACM. Sin embargo, el aprendizaje del idioma inglés debe ser realizado previamente por el estudiante en cualquier institución que el estudiante seleccione y no forma parte del mapa curricular del PMCG. Es requisito de titulación que el estudiante cuente con el 100% de los créditos.

Dada la rapidez con la que avanzan las Ciencias Genómica, los Tópicos Selectos permitirán abordar los últimos descubrimientos en la Genómica y la Proteómica, y sus aplicaciones en problemas de salud. Para fomentar la multidisciplinaridad y la transdisciplinaridad, los estudiantes podrán incluir en su trayectoria curricular Tópicos Selectos acordes a sus necesidades formativas, además de cursos de otros programas de maestría ofrecidos por otras instituciones o por los posgrados de los Colegios de Humanidades y el de Ciencias Sociales y Humanidades de la UACM, por ejemplo, Bioética, los cuales se cursarían también bajo la modalidad de Tópicos Selectos y les permitirá seleccionar su trayectoria curricular y adquirir una formación humanística sólida. Por otro lado, en cada uno de los cursos se incluirá la discusión de artículos de reciente publicación.

Para la definición, selección, aprobación e impartición de los tópicos selectos que se ofertarán cada semestre se tendrá en cuenta que:

1-El contenido de los mismos obedezca a las necesidades formativas de los

estudiantes.

2-El contenido incluya, aspectos relacionados con los temas de tesis de los estudiantes inscritos y que no hayan sido parte de los programas de las asignaturas del mapa curricular; y/o los avances tecnológicos más recientes en las áreas de la Genómica y Proteómica; y/o contenidos relacionados con ciencias básicas o de frontera que garanticen la formación multidisciplinaria y/o transdisciplinaria de los estudiantes en las áreas de la genómica de bacterias, virus, parásitos y humana, así como de la medicina de precisión, antropología y genética forense, farmacogenómica, vacunas y análisis de 'Big Data'.

3-La definición y selección de los contenidos de los Tópicos Selectos sea realizada por acuerdo del Núcleo Académico Básico del PMCG, considerando el punto anterior y las solicitudes de los estudiantes inscritos que cuenten con la aprobación previa de los directores de tesis correspondientes.

4-Se oferten al menos dos tópicos selectos por cada semestre (segundo y tercer semestre, Ver Mapa Curricular) y que la cantidad total que se oferte dependa de la matrícula de estudiantes o de las solicitudes que hayan sido realizadas.

5-Los programas de cada uno de los tópicos selectos que se oferten en el segundo y tercer semestre sean confeccionados con un semestre de antelación por un comité *ad hoc*, compuesto por al menos tres miembros del Núcleo Académico Básico del PMCG.

6-El coordinador de cada Tópico Selecto sea seleccionado entre los miembros del Núcleo Académico Básico del PMCG teniendo en cuenta las competencias de cada uno de sus miembros.

7-La aprobación final del programa de los Tópicos Selectos que se oferten necesitará del voto aprobatorio de la mitad más uno de los miembros del Núcleo Académico Básico del PMCG.

8-El programa de cada uno de los Tópicos Selectos que se oferten en los semestres correspondientes sea inscrito en Registro Escolar de la UACM.

9-La certificación de los tópicos selectos sea realizada mediante la presentación por parte de los estudiantes de un examen de conocimientos o por portafolio en el periodo de certificación. La calificación final incluye las calificaciones obtenidas en el examen de conocimientos o portafolio, las evaluaciones formativas, así como la presentación y discusión de artículos científicos y trabajos independientes. El porcentaje que representa cada una de ellas sea determinado a criterio del profesor que imparta el tópico.

14. Mapa curricular

MAPA CURRICULAR

MAESTRÍA EN CIENCIAS GENÓMICAS

SEMESTRE 1

CURSOS	HORAS PRESENCIALES POR SEMESTRE	HORAS INDEPENDIENTES POR SEMESTRE	HORAS POR SEMANA PRES./INDEP. §	ESPACIO	CRÉDITOS
Procesos Bioquímicos y Celulares	72	72	4.5/4.5	A, LC	9
Procesos Genómicos de la Célula	72	72	4.5/4.5	A, LC	9
Evolución Molecular	72	72	4.5/4.5	A, LC	9
SubTotal	216	216	13.5/13.5	-	27

SEMESTRE 2

CURSOS	HORAS PRESENCIALES POR SEMESTRE	HORAS INDEPENDIENTES POR SEMESTRE	HORAS POR SEMANA PRES./INDEP. §	ESPACIO	CRÉDITOS
Genómica y Proteómica Funcional	96	96	6/6	A, LC	12
Tópico Selecto I*	48	48	3/3	A	6
Trabajo de Investigación I	72	248	4.5/15.5	L	20
SubTotal	216	392	13.5/24.5	-	38

SEMESTRE 3

CURSOS	HORAS PRESENCIALES POR SEMESTRE	HORAS INDEPENDIENTES POR SEMESTRE	HORAS POR SEMANA PRES./INDEP. §	ESPACIO	CRÉDITOS
Tópico Selecto II*	48	48	3/3	A	6
Trabajo de Investigación II	72	328	4.5/20.5	L	25
SubTotal	120	376	7.5/23.5	-	31

SEMESTRE 4

CURSOS	HORAS PRESENCIALES POR SEMESTRE	HORAS INDEPENDIENTES POR SEMESTRE	HORAS POR SEMANA PRES./INDEP. §	ESPACIO	CRÉDITOS
Trabajo de Investigación III	72	120	4.5/7.5	L	12
SubTotal	72	120	4.5/7.5	-	12

Total Créditos		108
-----------------------	--	------------

§Las horas por semana, tanto presenciales (PRES.) como independientes (INDEP.), aportan 1 crédito cada una. La duración de cada semestre es de 16 semanas.

*A elegir por recomendación del Director de Tesis en las áreas de la genómica de bacterias, virus, parásitos y humana, así como de la medicina de precisión, antropología y genética forense, farmacogenómica, vacunas y análisis de 'Big Data'.

.A: aula; L: laboratorio de investigación; LC: laboratorio de cómputo.

Unidad Curricular
Procesos Bioquímicos y Celulares

I. Protocolo

Fecha de actualización: 10 de diciembre 2019.

Semestre: 1^{ro}

Nivel: Maestría.

Colegio: Ciencia y Tecnología

Plan de Estudios del que forma parte: Maestría en Ciencias Genómicas.

Propósitos generales de la unidad curricular.

Proporcionar a los estudiantes los conocimientos acerca de las biomoléculas fundamentales de los procesos bioquímicos, las vías de utilización de nutrientes, las vías de generación de energía y su relación con los componentes de las células en organismos procariontes y eucariontes. Proveer al estudiante de los últimos hallazgos en la dinámica celular y los mecanismos que la célula utiliza para comunicarse con el medio ambiente para sobrevivir.

Carácter de la unidad curricular: Indispensable.

Modalidad: Curso.

Horas Semestre: 144

Horas con docente: 72

Horas independientes: 72

Asignaturas previas recomendadas: Ninguna.

Asignaturas posteriores: Tópico Selecto I y II, Trabajo de Investigación I, II y III.

Requerimientos para cursar la unidad curricular: Que el estudiante haya obtenido previamente, durante los estudios de Licenciatura, los conocimientos básicos y habilidades metodológicas en Química Orgánica e Inorgánica, y en Microbiología, necesarios para asegurar la comprensión de conceptos específicos de esta unidad curricular.

Perfil deseable del profesor. El docente que imparta el curso deberá tener estudios de posgrado, deseables de doctorado en ciencias en alguna de las

siguientes especialidades: Ciencias Genómicas, Biológicas, Bioquímicas, Biomédicas, o Genética y Biología Molecular o área afín. Dicho profesional debe ser capaz de impartir en forma clara el conocimiento, además de guiar y despertar el pensamiento científico en los estudiantes. Preferentemente, deberá ser un profesor con al menos 2 años de experiencia en la preparación de jóvenes a nivel de Maestría.

Academia(s) Responsable(s): Academia de Ciencias Genómicas.

Nombre de los diseñadores del Programa:

Dra. María Elizabeth Álvarez Sánchez (Academia de Ciencias Genómicas).

Dra. Minerva Camacho Nuez (Academia de Ciencias Genómicas).

Dra. Martha Yocupicio Monroy (Academia de Ciencias Genómicas).

II. **Introducción o presentación de la unidad curricular**

En la presente unidad curricular se plantea abordar el conocimiento de los compuestos básicos para la vida así como las rutas mediante las cuáles se transforman en elementos más simples o complejos, la manera en que dichas vías se relacionan así como el modo en que estas se regulan. Por otro lado, se describirán los organelos de la célula en los cuales se desarrollan tales procesos y cómo estos rigen el funcionamiento de los organismos desde los más simples hasta los más complejos.

III. **Propósitos generales de la unidad curricular**

Proporcionar a los estudiantes los conocimientos acerca de las biomoléculas fundamentales de los procesos bioquímicos, las vías de utilización de nutrientes, las vías de generación de energía y su relación con los componentes de las células en organismos procariontes y eucariontes. Proveer al estudiante de los últimos hallazgos en la dinámica celular y los mecanismos que la célula utiliza para comunicarse con el medio ambiente para sobrevivir. Facilitar herramientas metodológicas y criterios de análisis científico para el abordaje de preguntas biológicas concretas.

El estudiante adquirirá la habilidad de analizar e interpretar el comportamiento de los sistemas biológicos basados en el conocimiento de la estructura de las biomoléculas y de los procesos bioquímicos y celulares; además adquirirá la habilidad de manejar las herramientas bioinformáticas para predecir las estructuras de las macromoléculas.

IV. **Contenidos o unidades temáticas**

1. **Unidad. Fundamentos de los procesos bioquímicos y celulares**

1.1 Características distintivas de la biología. Conceptos generales. Teoría

- celular, dogma central, evolución molecular y celular.
- 1.2 Definición de bioquímica, perspectiva molecular de la vida, constitución química de los organismos, el agua y sus características relevantes, la química del carbono, azúcares, aminoácidos y bases nitrogenadas.
 - 1.3 Bases termodinámicas de los procesos bioquímicos.
 - 1.4 Características estructurales de las células Procariontes y Eucariontes.
 - 1.5 Especialización de los organelos celulares.
 - 1.6 Los virus (estructura, función y usos).
- 2. Unidad. Ciclo celular y muerte celular programada**
- 2.1 El ciclo celular.
 - 2.2 Mecanismos de muerte celular programada (apoptosis).
 - 2.3 Citocinesis.
 - 2.4 Mitosis.
 - 2.5 Meiosis y reproducción sexual.
 - 2.6 Diferenciación celular.
- 3. Unidad. Ácidos nucleicos**
- 3.1 Los ácidos nucleicos y la transmisión de la información genética.
 - 3.2 La estructura y topología de la doble hélice del DNA.
 - 3.3 La composición, estructura y versatilidad del RNA.
 - 3.4 Estructura secundaria y terciaria del RNA.
 - 3.5 Métodos de predicción de la estructura del RNA. RNAfold, ViennaRNA y RNAComposer.
 - 3.6 Estructura y función de las ribozimas
- 4. Unidad. La estructura de las proteínas.**
- 4.1 Estructura y propiedades de los aminoácidos. Enlaces peptídicos. Cadenas polipeptídicas. Aminoácidos con propiedades que le confieren conformación espacial.
 - 4.2 Los cuatro niveles de la estructura de las proteínas. Dominios de las proteínas. De la secuencia de aminoácidos a la estructura tridimensional. Cambio conformacional de las proteínas. Las proteínas como agentes específicos de reconocimiento molecular.
 - 4.3 Las enzimas: proteínas catalizadoras.
 - 4.4 La regulación de la actividad de las proteínas.
 - 4.5 Métodos bioinformáticos para predecir estructura, localización y propiedades de las proteínas: Pfam HMM Search, MotifScan, PROPSEARCH, TargetP, PSORT, PDBSITEscan, SBS EpiToolKit, PyMOL, ProFunc, I-TASSER, FingerPRINTScan, PROSITE.
- 5. Unidad. Lípidos, membranas biológicas y tráfico vesicular.**
- 5.1 Estructura, componentes y dinámica de las membranas biológicas.
 - 5.2 Estructura de los principales lípidos de membrana: glicerolípidos,

esfingolípidos, esteroides.

- 5.3 Transporte de moléculas pequeñas a través de membrana y propiedades eléctricas de las membranas.
- 5.4 Mecanismos moleculares de transporte de membrana.
- 5.5 Conversión energética en mitocondrias y cloroplastos.

6. Unidad. Metabolismo celular

- 6.1 Motivos recurrentes en la regulación metabólica.
- 6.2 Principales vías metabólicas y sitios de control.
- 6.3 Uniones claves: Glucosa-6-fosfato, piruvato y acetil CoA.
- 6.4 Perfil metabólico de los órganos.
- 6.5 Cambios metabólicos inducidos por influjo de alimentos y hambruna.
- 6.6 Adaptaciones metabólicas en hambruna prolongada y degradación de proteínas.
- 6.7 Trastornos metabólicos en la diabetes y su relación con la insuficiencia de insulina y exceso de glucagón.

7. Unidad. Tráfico vesicular

- 7.1 Transporte de proteínas al interior de mitocondrias y cloroplastos
- 7.2 Peroxisomas.
- 7.3 Retículo Endoplásmico.
- 7.4 Transporte desde el RE a través del complejo de Golgi.
- 7.5 Transporte desde la RED del Trans Golgi a los lisosomas.
- 7.6 Transporte al interior de la célula: Endocitosis.
- 7.7 Transporte desde la red del Trans Golgi al exterior celular: Exocitosis.

8. Unidad. Uniones celulares, adhesión celular, matriz extracelular y citoesqueleto

- 8.1 Las uniones celulares
- 8.2 Mecanismos y proteínas que participan en adhesión intercelular.
- 8.3 La matriz extracelular animal y sus componentes.
- 8.4 Estructura del citoesqueleto (microtubulos, filamentos intermedios, microfilamentos).
- 8.5 Auto ensamblaje y dinámica de los componentes del citoesqueleto.
- 8.6 Proteínas motoras que interactúan con el citoesqueleto.
- 8.7 Funciones del citoesqueleto en la migración y división celular.

9. Unidad. Metabolómica

- 9.1 Espectrometría de masas para la identificación de metabolitos.
- 9.2 Espectroscopía de resonancia magnética nuclear 1D y 2D: estudio desde las huellas metabólicas hasta el perfil metabólico.
- 9.3 Análisis del perfil lipídico: Lipidómica y espectrometría de masas.
- 9.4 Bioinformática de lípidos.
- 9.5 Espectrometría de masas en la glicobiología.
- 9.6 El significado de los datos en la metabolómica.

9.7 Metabolómica y sistema biológico global.

V. Estrategias de enseñanza-aprendizaje

Se llevarán a cabo actividades de participación de los estudiantes en las que se discutan los temas estudiados en clase y el material de lectura para lograr una mayor comprensión de éstos. Con lo anterior se busca desarrollar la actitud crítica así como incentivar la expresión de los puntos de vista de los estudiantes hacia los temas estudiados en clase.

Como soporte de las clases se utilizarán proyecciones multimedia, además del pizarrón y se entregarán materiales impresos como guía de orientación de la temática en desarrollo. En estas guías también podrán presentarse breves ejercicios, problemas o actividades para que el estudiante continúe *a posteriori* trabajando sobre el tema.

De acuerdo a los intereses del profesor y las necesidades del grupo, al final de las clases se podrán elegir uno o más temas para ser investigados, ampliados y actualizados por medio de la consulta de la bibliografía disponible en la Biblioteca e Internet, pudiéndose iniciar la siguiente clase con la presentación de los hallazgos de las consultas realizadas.

VI. Sistema de evaluación

A) Evaluación Diagnóstica

Se realizará un diagnóstico escrito en el que se evaluarán los conocimientos básicos de Química Inorgánica, Química Orgánica y Biología Celular, adquiridos durante la licenciatura, necesarios para asegurar la comprensión de conceptos específicos de esta unidad curricular. Los resultados se darán a conocer a los estudiantes de forma cuantitativa. Se harán las anotaciones necesarias sobre la evaluación para que el estudiante identifique los temas que debe fortalecer y el por qué de las recomendaciones de estudio que se les sugiere, además los exámenes diagnósticos servirán como retroalimentación al profesor para reforzar aquellos conocimientos donde se hayan detectado insuficiencias en el estudiante.

B) Evaluaciones formativas

Presentaciones de exámenes escritos y exposiciones orales donde se explore la comprensión, capacidad analítica y el uso de conceptos, así como discusión de artículos científicos con los últimos avances y hallazgos relacionados con los propósitos específicos de cada unidad, donde el estudiante demuestre la comprensión e integración de los mismos. Deberán demostrar la comprensión acerca de la composición, estructura y función de las células así como de las

macromoléculas que las componen y de las funciones que desempeñan éstas desde el punto de vista estructural, metabólico y como fuente de energía celular. Por otra parte, los estudiantes deberán demostrar sus conocimientos en el uso de las herramientas bioinformáticas para el análisis y predicción de la estructura del mRNA, proteínas y para la interpretación de los estudios metabólicos. Además los estudiantes deberán demostrar que conocen los últimos hallazgos en la dinámica celular y los mecanismos que la célula utiliza para comunicarse con el medio ambiente para sobrevivir

C) Evaluación para certificación

La certificación se realizará mediante la presentación de un examen de conocimientos o portafolio en el periodo de certificación. La calificación final incluye las calificaciones obtenidas en el examen de conocimientos o las evaluaciones formativas, así como la presentación y discusión de artículos científicos y trabajos independientes. El porcentaje que representa cada una de ellas será determinado a criterio del profesor que imparte el curso.

Se tomará en cuenta para certificar esta unidad curricular que el estudiante demuestre la comprensión de cada una de las unidades y sea capaz de aplicar las herramientas metodológicas y criterios de análisis científico para el abordaje de preguntas biológicas concretas y como cumplimiento de los propósitos específicos de cada unidad.

VII. Bibliografía

- John Wilson and Tim Hunt. 2014. Molecular Biology of the Cell. 6ta Ed, The Problems Book.
- Bruce Alberts and Alexander Johnson. 2014. Molecular Biology of the Cell.
- Harvey Lodish and Arnold Berk. 2016. Molecular Cell Biology.
- Roger L. Miesfeld and Megan M. McEvoy. 2016. Biochemistry.
- David L. Nelson and Michael M. Cox. 2012. Lehninger Principles of Biochemistry.
- Metabolomics, Metabonomics and Metabolite Profiling. 2007. Editor: William J Griffiths.
- Metabolomics: From Fundamentals to Clinical Applications. 2017. Editors: Sussulini, Alessandra (Ed.)
- Mass Spectrometry in Metabolomics. 2014. Methods and Protocols. Editors: Raftery, Daniel (Ed).
- Artículos científicos seleccionados para cada unidad.

VIII. Otros recursos didácticos

Cañón, pantalla blanca para proyección y acceso a internet.

IX. Infraestructura necesaria para el desarrollo de la unidad curricular

Se utilizará un aula de enseñanza para 20 estudiantes que cuente con un video proyector y computadora portátil, asimismo se requiere de un laboratorio de cómputo. Además, se requiere tener acceso a base de datos de revistas electrónicas indexadas (JCR).

Unidad Curricular
Procesos Genómicos de la Célula

I. Protocolo

Fecha de actualización: 10 de diciembre 2019

Semestre: 1^{ro}

Nivel: Maestría

Colegio: Colegio de Ciencia y Tecnología

Plan de Estudios del que forma parte: Programa de Maestría en Ciencias Genómicas

Carácter de la unidad curricular: Indispensable

Modalidad: Asignatura

Horas semestre: 144

Horas con docente: 72

Horas independientes: 72

Asignaturas previas recomendadas: Ninguna.

Asignaturas posteriores: Tópico Selecto I y II, Trabajo de Investigación I, II y III.

Requerimientos para cursar la unidad curricular: Los estudiantes deberán tener conocimientos básicos de Biología Celular, Físico-Química y Bioquímica, adquiridos durante la licenciatura, que son necesarios para asegurar la comprensión de conceptos específicos de esta unidad curricular. Asimismo los estudiantes deberán entender la importancia de la estructura en la función de las biomoléculas.

Perfil deseable del profesor. El profesor que imparta el curso deberá tener estudios de posgrado, deseable con doctorado, en alguna de las siguientes especialidades: Ciencias Genómicas, Biológicas, Bioquímicas o Biomédicas, o Genética y Biología Molecular o área afín. Este catedrático debe ser capaz de impartir en forma clara el conocimiento además de guiar a los estudiantes en el diseño de estrategias para resolver las hipótesis planteadas. El docente debe demostrar amplia experiencia en investigación.

Academia Responsable: Posgrado en Ciencias Genómicas.

Nombre de los diseñadores del Programa:

Dra. Elisa Irene Azuara Liceaga (Academia de Ciencias Genómicas).
Dr. José de Jesús Olivares Trejo (Academia de Ciencias Genómicas).

II. Introducción o presentación de la unidad curricular

Las unidades curriculares están diseñadas para que el estudiante comprenda y aprenda los diferentes procesos biológicos y bioquímicos que se llevan a cabo para extraer la información del genoma y transferirla hasta un proteoma funcional en los organismos procariontes y eucariontes. La unidad curricular es teórica y será enriquecida con la discusión de diferentes artículos científicos lo cual permitirá que los estudiantes conozcan las bases de la ingeniería genética y la biología molecular.

III. Propósitos generales de la unidad curricular

Los estudiantes comprenderán cómo se organiza el genoma de los organismos procariontes y eucariontes y como esta organización se relaciona con la expresión génica. Los estudiantes conocerán los mecanismos que permiten preservar los genomas de los organismos procariontes y eucariontes. Además, serán capaces de comprender de manera integral cómo se transfiere la información de un genoma hasta un proteoma funcional y los eventos involucrados en su regulación. En este curso los estudiantes conocerán los fundamentos de las técnicas de la ingeniería genética y la biología molecular, así como las herramientas bioinformáticas para el estudio de los ácidos nucleicos.

El estudiante adquirirá la habilidad de analizar e interpretar el comportamiento de los sistemas biológicos basados en el conocimiento de cómo se lleva a cabo el flujo de la información genética dentro de la célula; además adquirirán la habilidad de manejar las herramientas bioinformáticas para estudiar los ácidos nucleicos, ubicar las regiones codificantes y sus regiones de control de la expresión.

IV. Contenidos o unidades temáticas

1. Unidad. Replicación de los genomas.

- 1.1 Bases químicas de la replicación del DNA.
- 1.2 Enzimas involucradas en replicación:
 - 1.2.1 DNA polimerasas de procariontes y eucariontes.
 - 1.2.2 Actividades catalíticas de los distintos tipos de DNA polimerasas.
- 1.3 Origen de la replicación en procariontes y eucariontes.
- 1.4 El primosoma procarionte y eucarionte.
- 1.5 Modalidades para la terminación de la replicación.
- 1.6 Replicación del DNA telomérico en organismos eucariontes.
- 1.7 Bases de datos de secuencias de DNA y proteínas.

2. Unidad. Expresión de los genomas: transcripción

- 2.1 Eventos que se requieren para la síntesis de RNAm en los organismos

- procariontes y eucariontes.
 - 2.1.1 RNA polimerasas.
 - 2.1.2 Etapas del proceso de la transcripción: inicio, elongación y terminación.
 - 2.2 Procesamiento de los RNAs de los organismos eucariontes.
 - 2.2.1 Transcripción de rRNA por la RNA polimerasa I.
 - 2.2.2 Transcripción por la RNA polimerasa II y factores generales de transcripción.
 - 2.2.3 Transcripción de 5S rRNA, tRNA y snRNAs por la RNA polimerasa III.
 - 2.3 Bases de datos para la predicción de promotores y elementos reguladores.
 - 2.3.1 Predicción de promotores procariontes BPROM, FindTerm.
 - 2.3.2 Predicción de promotores de eucariontes: McPromoter, CpGProd, TransFact.
- 3. Unidad. Regulación de la transcripción**
- 3.1 Regulación de la transcripción en procariontes.
 - 3.1.1 Regulación de la expresión mediante mecanismos de cooperatividad y alosterismo.
 - 3.1.2 Regulación epigenética en bacterias.
 - 3.1.3 Mecanismo CRISPR / Cas.
 - 3.2 Niveles de regulación de la transcripción en eucariontes.
 - 3.2.1 Regulación a nivel secuencia: Secuencias regulatorias: promotores, potenciadores y silenciadores y factores de transcripción. Mecanismos de regulación de la actividad de los factores de transcripción.
 - 3.2.2 Regulación a nivel de cromatina: Modificaciones de las histonas y el código de histonas. Unión de factores de transcripción a la cromatina.
 - 3.2.3 Regulación a nivel de la estructura nuclear. Dominios estructurales y funcionales dentro del núcleo: Insulators y regiones LCR. Territorios cromosómicos y su relación con la expresión de genes.
 - 3.3 Técnicas moleculares que se emplean para el estudio de promotores.
 - 3.4 Bases de datos para la búsqueda de sitios de unión a factores de transcripción: TransFact, RSAtools, Matinspector.
- 4. Unidad. Regulación de la transcripción por señales extracelulares**
- 4.1 Mecanismos de transmisión de señales en procariontes.
 - 4.1.1 Sistemas de *quorum sensing*.
 - 4.2 Mecanismos de transmisión de señales hacia el núcleo en organismos eucariontes.
 - 4.2.1 Tipo I. Cascadas de proteínas cinasas hasta factores de transcripción.
 - 4.2.2 Tipo II. Cascadas de proteínas cinasas a proteínas coactivadoras y corepresoras.

4.2.3 Tipo III. Señales directas de receptores a factores de transcripción y proteínas coreguladoras.

4.2.4 Tipo IV. Señalización por moléculas pequeñas (AMPc).

5. Unidad. Procesamiento del RNAm

5.1 Tipos y mecanismos de splicing.

5.2 Procesamiento del extremo 3'UTR del RNAm en organismos eucariontes.

5.3 Mecanismo y factores de corte y poliadenilación en organismos eucariontes.

5.4 Exportación del RNAm maduro.

5.5 Determinantes de estabilidad del RNAm y maquinaria de degradación.

5.6 Metodologías de análisis del RNAm.

6. Unidad. Traducción

6.1 RNAm y RNAt, RNAr y estructura del ribosoma.

6.2 El código genético.

6.3 Iniciación, elongación de la traducción y terminación de la traducción.

6.4 Control traduccional y post-traduccional de las proteínas.

6.5 Estrategias globales para estudiar el mecanismo de traducción

7. Unidad. Regulación de la expresión génica mediada por RNAs no codificantes.

7.1 Regulación génica mediada por RNAs en procariontes.

7.1.1 Función y biogénesis de RNAs pequeños bacterianos.

7.1.2 Defensa bacteriana mediada por RNAs pequeños.

7.1.3 Estrategias de identificación de RNAs pequeños.

7.1.4 Riboswitch

7.2 Regulación génica mediada por RNAs en eucariontes.

7.2.1 Generalidades y biogénesis de los RNA no codificantes.

7.2.2 Mecanismos de acción y funciones regulatorias.

7.3 Mecanismos epigenéticos mediados por RNA en organismos eucariontes.

7.4 Edición de genomas eucariontes mediante sistema Crispr/Cas9.

7.5 Silenciamiento génico mediante RNAs interferentes: siRNAs, antisentidos.

7.6 Regulación mediante microRNAs y RNAs largos no codificantes.

V. Estrategias de enseñanza-aprendizaje

Durante el curso se realizará la discusión de artículos originales de investigación, relacionados con los temas de estudio, los cuales serán revisados por los estudiantes con anterioridad a la sesión de discusión.

VI. Sistema de evaluación

A) Evaluación Diagnóstica

Al inicio de esta unidad curricular se realizará una evaluación escrita al estudiante sobre conocimientos básicos de Biología celular, Físico-química y Bioquímica, adquiridos durante la licenciatura, que son necesarios para asegurar la comprensión de conceptos específicos de esta unidad. Los resultados se darán a conocer a los estudiantes de forma cualitativa. Se harán las anotaciones necesarias sobre la evaluación para que el estudiante identifique los temas que debe fortalecer y el porqué de las recomendaciones de estudio que se le sugieren.

B) Evaluaciones formativas

Se realizarán 5 exámenes escritos, también se considerarán las exposiciones orales donde se explore la comprensión, capacidad analítica y el uso de conceptos. De igual forma se evaluará la discusión de artículos científicos con los últimos avances y hallazgos relacionados con cada unidad, donde el estudiante demostrará la comprensión de los mismos e integración de los conocimientos. En las evaluaciones formativas el estudiante deberá demostrar que conoce cómo se organizan los genomas de los organismos procariontes y eucariontes así como los mecanismos que permiten preservar sus genomas. Asimismo deberán ser capaces de discutir de manera integral cómo se transfiere la información de un genoma hasta un proteoma funcional y los eventos involucrados en su regulación.

Finalmente, se espera que el estudiante sea capaz de utilizar los fundamentos de las técnicas de la ingeniería genética y la biología molecular, así como las herramientas bioinformáticas para el estudio de los ácidos nucleicos e integre y aplique las herramientas metodológicas y criterios de análisis científico para el abordaje de preguntas biológicas concretas.

C) Evaluación para certificación

La certificación se realizará mediante la presentación de un examen de conocimientos o portafolio en el periodo de certificación. La calificación final incluye las calificaciones obtenidas en el examen de conocimientos o las evaluaciones formativas, así como la presentación y discusión de artículos científicos y trabajos independientes. El porcentaje que representa cada una de ellas será determinado a criterio del profesor que imparte el curso.

Para certificar este curso el estudiante deberá demostrar que conoce cómo se organizan los genomas de los organismos procariontes y eucariontes; así como los mecanismos que permiten preservar sus genomas. Asimismo deberán ser capaces de discutir de manera integral cómo se transfiere la información de un genoma hasta un proteoma funcional y los eventos involucrados en su regulación. Finalmente, se espera que el estudiante sea capaz de utilizar los fundamentos de las técnicas de la ingeniería genética y la biología molecular, así como las

herramientas bioinformáticas para el estudio de los ácidos nucleicos e integre y aplique las herramientas metodológicas y criterios de análisis científico para el abordaje de preguntas biológicas concretas.

VII. **Bibliografía**

Básica

- Bejamin Lewin. 2013. Genes. Oxford University Press NY, USA XI.
- Alberts, B.; Johnson, A.; Lewis, J.; Raff, M.; Roberts, K y Walter, P. 2014. Molecular Biology of the Cell. Garland Science Taylor and Francis Group.
- Brown T. A. 2006. Genomes 3. Oxford, BIOS Scientific Publishers Ltd.
- Watson, Baker. 2014. Molecular Biology of the Gene.
- David Allis. 2015. Epigenetics, Cold Spring Harbor Laboratory Press.

Complementaria

- Artículos originales de revistas científicas.
- Scitable <http://www.nature.com/scitable/> 2014 Nature Education.

VIII. **Otros recursos didácticos**

Cañón, pantalla blanca para proyección y acceso a internet.

IX. **Infraestructura necesaria para el desarrollo de la unidad curricular**

Se utilizará un aula de enseñanza para 20 estudiantes que cuente con un video proyector y computadora portátil, asimismo se requiere de un laboratorio de cómputo. Además, se requiere tener acceso a base de datos de revistas electrónicas indexadas (JCR).

**Unidad Curricular
Evolución Molecular**

I. Protocolo

Fecha de actualización: 10 de diciembre 2019.

Semestre: 1^{ro}

Nivel: Maestría.

Colegio: Ciencia y Tecnología.

Plan de Estudios del que forma parte: Programa de Maestría en Ciencias Genómicas.

Propósitos generales de la Unidad Curricular: Que el estudiante comprenda las bases teóricas de la evolución biológica, y los principales mecanismos moleculares involucrados en ella. El estudiante conocerá y comprenderá los principales métodos bioinformáticas utilizados en los análisis filogenéticos y de inferencia evolutiva, sus limitaciones y alcances.

Carácter de la unidad curricular: Indispensable.

Modalidad: Curso teórico-práctico.

Horas Semestre: 144

Horas con docente: 72

Horas independientes: 72

Asignaturas previas recomendadas: Ninguna.

Asignaturas posteriores: Genómica y Proteómica Funcional.

Requerimientos para cursar la unidad curricular: Tener los conocimientos básicos de biología molecular y genética, adquiridos durante la licenciatura, así como manejo de herramientas bioinformáticas.

Perfil deseable del profesor. El profesor deberá de contar con el grado de Maestría y estar especializado o contar con el grado de Doctor en alguna de las siguientes disciplinas: Evolución, Biología sintética, Genética de Poblaciones. Debe de tener experiencia como docente a nivel posgrado.

Academia Responsable: Ciencias Genómicas.

Nombre de los diseñadores del Programa:

Dra. Selene Zárate Guerra (Academia de Ciencias Genómicas).

Dr. Mauricio Castañón Arreola (Academia de Ciencias Genómicas).

II. Introducción o presentación de la unidad curricular

La teoría evolutiva es el marco conceptual que ha permitido el desarrollo de las Ciencias Genómicas, brindando las bases para el entendimiento de procesos biológicos conservados a lo largo de la historia evolutiva de los seres vivos, así como su diversificación y especialización en los procesos de especiación. Por ello, es necesario que el estudiante conozca las bases filosóficas de la teoría de la evolución, las corrientes del pensamiento evolutivo, su desarrollo histórico, y las evidencias que la sustentan. Su comprensión permitirá entender y realizar estudios de Genómica comparativa y biología sintética.

III. Propósitos generales de la unidad curricular

Que el estudiante comprenda las bases de la evolución, las corrientes de pensamiento evolutivo y los mecanismos moleculares que conducen la evolución biológica. El estudiante comprenderá los fundamentos de los programas bioinformáticos utilizados para realizar inferencias filogenéticas y será capaz de poder identificar marcadores moleculares útiles para trazar procesos evolutivos y/o la especialización y optimización de funciones biológicas.

El estudiante comprenderá las bases teóricas de la evolución biológica y los principales mecanismos moleculares involucrados en ella, y adquirirá la habilidad de analizar datos moleculares desde el punto de vista evolutivo. El estudiante adquirirá la habilidad de utilizar herramientas bioinformáticas para hacer análisis filogenéticos y de inferencia evolutiva entendiendo sus limitaciones y alcances.

IV. Contenidos o unidades temáticas

1. Unidad. Introducción al análisis bioinformático de secuencias

- 1.1. Alineamiento de secuencias y homología.
- 1.2. Distancia genética.
 - 1.2.1. Tipos de sustituciones.
 - 1.2.2. Medidas de distancia para secuencias de nucleótidos.
 - 1.2.3. Medidas de distancia para secuencias de proteínas.
- 1.3. Alineamientos pareados.
 - 1.3.1. Algoritmo de Smith Waterman.
 - 1.3.2. Bases de datos de secuencias.
 - 1.3.3. BLAST.
- 2.4. Alineamientos múltiples.
 - 2.4.1. Métodos progresivos (Clustal-w, CLUSTAL-OMEGA, T-Coffee).
 - 2.4.2. Métodos iterativos (DIALIGN, MUSCLE,).

2. Unidad. Fundamentos de la teoría evolutiva

- 2.1. Historia del pensamiento evolutivo:
 - 2.1.1. Precursores: Vesalius, Steno, Linneo, Buffon, Lamarck y Cuvier.
 - 2.1.2. Teoría de la recapitulación y ley de la diferenciación.
- 2.2. Evolución por Selección Natural.
- 2.3. Selección sexual y especiación.
 - 2.3.1 Wallace y el desarrollo de la biogeografía.
 - 2.3.2 Concepto de especie.
 - 2.3.3 Modelos de especiación.
- 2.4. Neolamarckismo y mutacionismo.

3. Unidad. Principios de genética

- 3.1. Herencia Mendeliana.
 - 3.1.1. Leyes de Mendel.
 - 3.1.2. Relación genotipo-fenotipo: dominancia y recesividad.
 - 3.1.3. Penetrancia y expresividad variable.
 - 3.1.4. Pleiotropismo y epístasis.
 - 3.1.5. Alelos múltiples.
- 3.2. Herencia no Mendeliana.
 - 3.2.1. Herencia de caracteres continuos: Herencia aditiva.
 - 3.2.2. Herencia multifactorial.
 - 3.2.3. Herencia materna, impronta genómica y disomía uniparental.

4. Unidad. Genética de poblaciones

- 4.1. Definición de genética de poblaciones.
- 4.2. Equilibrio de Hardy-Weinberg.
- 4.3. Fuerzas que cambian las frecuencias de los alelos.
 - 4.3.1. Mutación.
 - 4.3.2. Deriva génica.
 - 4.3.3. Selección natural.
 - 4.3.4. Cambios en el tamaño de la población.
 - 4.3.5. Estructura de la población, migración y apareamiento no aleatorio.
- 4.4. Cambio genético con caracteres cuantitativos.
- 4.5. Genealogía de genes y teoría coalescente.

5. Unidad. Modelos del proceso evolutivo y el cambio genético

- 5.1. Teoría sintética.
- 5.2. Teoría neutral.
 - 5.2.1. El costo de la selección natural.
 - 5.2.2. El debate neutralismo-seleccionismo.
- 5.3. Restricciones funcionales y tasas de sustitución.
- 5.4. Patrones de composición de bases y uso de codones.
- 5.5. Marcadores moleculares de la evolución.
- 5.6. Modelos de sustitución en procesos evolutivos.
 - 5.6.1. Modelos paramétricos.
 - 5.6.2. Modelos empíricos.

- 5.6.2. Búsqueda de modelos (Model Test, ProTest).
- 5.7. Reconstrucción de la historia del cambio de carácter.
 - 5.7.1. Árboles y distancias.
 - 5.7.2. Terminología de árboles.
 - 5.7.3. Medidas del cambio evolutivo en un árbol.
 - 5.7.4 Tipos de árboles.
- 5.8. Reconstrucción de estados ancestrales.
 - 5.8.1 Evolución homoplásica.
 - 5.8.2 Clasificación de los caracteres por su relación con los estados ancestrales.

6. Unidad. Filogenética molecular

- 6.1. Métodos de búsqueda del árbol óptimo.
 - 6.1.1. Métodos de agrupamiento y búsqueda.
 - 6.1.2. Métodos de subárboles.
 - 6.1.3. Métodos de refinamiento de topologías.
- 6.2. Métodos de distancia.
 - 6.2.1. Bondad de ajuste.
 - 6.2.2. Evolución mínima.
 - 6.2.3. UPGMA.
 - 6.2.4. Neighbor-Joining.
- 6.3. Métodos discretos I : Máxima parsimonia.
 - 6.3.1. Parsimonia generalizada.
 - 6.3.2. Parsimonia sopesada.
 - 6.3.3 Uso del programa Phylip
- 6.4. Métodos discretos II: Máxima verosimilitud.
 - 6.4.1. Concepto de verosimilitud.
 - 6.4.2. Modelos, datos e hipótesis.
 - 6.4.3. Pruebas de razón de verosimilitud.
 - 6.4.4. Uso de los programas PhyML y RaxML.
- 6.5. Métodos discretos III: Métodos bayesianos.
 - 6.5.1. Estadística bayesiana.
 - 6.5.2. Teorema de Bayes.
 - 6.5.3. Cadenas markovianas de Monte Carlo.
 - 6.5.4 Uso de los programas MrBayes y BEAST.
- 6.6. Pruebas estadísticas de árboles filogenéticos.

7. Unidad. Pruebas de hipótesis filogenética

- 7.1. Reloj molecular.
 - 7.1.1. Hipótesis de reloj molecular.
 - 7.1.2. Pruebas de tasa relativa.
 - 7.1.3. Pruebas filogenéticas.
- 7.2. Selección natural a nivel molecular.
 - 7.2.1. Evidencias de la selección natural en datos moleculares
 - 7.2.2. Detección de selección por polimorfismos y ligamiento.

7.2.3. Tasa relativas de sustituciones sinónimas y no sinónimas.

V. Estrategias de enseñanza-aprendizaje

Considerando que el aprendizaje de la Evolución molecular requiere, por un lado, de la comprensión de los mecanismos fundamentales de la evolución, y por el otro de la aplicación de estos conceptos a datos moleculares, durante el curso se desarrollarán actividades colectivas donde los estudiantes debatan las teorías de la evolución y los mecanismos propuestos para explicarla, sustentados en literatura que les será proporcionada para cada una de las unidades temáticas, así como con el material bibliográfico que busquen de forma autónoma.

Como material de apoyo se utilizarán proyecciones y se realizarán ejercicios de forma individual y colectiva que serán discutidos durante su desarrollo, haciendo énfasis en la interpretación que se da al resultado de los mismos.

El estudiante deberá participar con exposiciones de temas seleccionados y contribuir a la discusión de textos relativos a cada unidad temática. El estudiante deberá invertir un número equivalente de horas por semana para el estudio autónomo y la lectura del material bibliográfico brindado por el profesor de manera que reafirme los conceptos vistos en clase.

VI. Sistema de evaluación

A) Evaluación Diagnóstica.

Se realizará un diagnóstico escrito en el que se evaluarán los conocimientos básicos de Biología Molecular y Genética, adquiridos durante la licenciatura, necesarios para asegurar la comprensión de conceptos específicos de esta unidad curricular. Los resultados se darán a conocer a los estudiantes de forma cuantitativa. Se harán las anotaciones necesarias sobre la evaluación para que el estudiante identifique los temas que debe fortalecer y el por qué de las recomendaciones de estudio que se le sugiere, además los exámenes diagnósticos servirán como retroalimentación al profesor para reforzar aquellos conocimientos donde se hayan detectado insuficiencias en el estudiante.

B) Evaluaciones formativas

Presentaciones de exámenes escritos y exposiciones orales donde se explore la comprensión, capacidad analítica y el uso de conceptos, así como discusión de artículos científicos con los últimos avances y hallazgos relacionados con los propósitos específicos de cada unidad, donde el estudiante demuestre la comprensión e integración de los mismos. Durante el curso se evaluarán los ejercicios desarrollados en cada unidad temática.

En estas evaluaciones el estudiante deberá demostrar que es capaz de alinear secuencias y de realizar búsquedas en bases de datos de secuencias. También deberá mostrar de que comprende los conceptos centrales de los mecanismos de la evolución, la manera en la que

fueron establecidas las teorías evolutivas y su relación con el desarrollo de la genética y de la genética de poblaciones. Además, será necesario mostrar que comprende la relevancia del uso de datos moleculares como marcadores de la evolución y que es capaz de utilizarlos para realizar reconstrucción de filogenias. Por otro lado el estudiante será capaz de interpretar las filogenias y contestar hipótesis con ellas respecto al reloj molecular y el papel relativo de las fuerzas evolutivas en los linajes incluidos en el árbol.

C) Evaluación para certificación

La certificación se realizará mediante la presentación de un examen de conocimientos o portafolio en el periodo de certificación. La calificación final incluye las calificaciones obtenidas en el examen de conocimientos o las evaluaciones formativas, y la presentación y discusión de artículos científicos y trabajos independientes, así como las evaluaciones prácticas. El porcentaje que representan cada una de ellas será determinado a criterio del profesor que imparte el curso.

Se tomará en cuenta para certificar esta unidad curricular que el estudiante demuestre la comprensión de cada una de las unidades y sea capaz de aplicar las herramientas metodológicas y criterios de análisis científico para el abordaje de preguntas biológicas concretas y como cumplimiento de los propósitos específicos de cada unidad.

VII. Bibliografía

Básica

- Molecular evolution: a statistical approach. Ziheng Yang. Oxford University Press. 1st. ed. 2014.
- Fundamentals of Molecular Evolution. Dan Graur, Wen-Hsiung Li (FME). Sinauer Assoc; 2nd edition.
- Molecular evolution and phylogenetics. M. Nei y S. Kumar. Oxford and New York: Oxford University Press.
- A Primer of Population Genetics (3rd edn). Daniel L. Hartl. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, MA. 2000.
- Evolutionary Biology, D. Futuyma. Sinauer Associates (1998).
- The Causes of Molecular Evolution. John H. Gillespie. Oxford University Press, New York. 1991.
- Molecular evolution a phylogenetic approach. R.D.M Page y E.C Holmes. Blackwell Publishing, 1998.
- The Phylogenetic Handbook: A practical approach to phylogenetic analysis and hypothesis testing. Cambridge University Press. 2nd. edition. 2009.

Complementaria

- Artículos originales de revistas científicas.

VIII. Otros recursos didácticos

Se deberá contar con acceso a un aula de cómputo para al menos 20 estudiantes, considerando el uso individual de los equipos de cómputo, los cuales deberán de contar con conexión a internet y a programas de inferencia evolutiva.

IX. Infraestructura necesaria para el desarrollo de la unidad curricular

Aula para 20 estudiantes equipada con cañón, pantalla de proyección, pizarrón y acceso a internet.

Unidad Curricular
Genómica y Proteómica Funcional

I. Protocolo

Fecha de elaboración: 10 de diciembre 2019.

Semestre: 2^{do}

Nivel: Maestría.

Colegio: Ciencia y Tecnología.

Plan de Estudios del que forma parte: Maestría en Ciencias Genómicas.

Propósitos generales de la unidad curricular. Proporcionar a los estudiantes los conocimientos básicos de la Genómica Estructural y Funcional y en la Proteómica, así como las estrategias y herramientas empleadas más comúnmente en el estudio de los proteomas y los genomas.

Carácter de la unidad curricular: Indispensable.

Modalidad: Curso

Horas Semestre: 192

Horas con docente: 96

Horas independientes: 96

Asignaturas previas recomendadas: Procesos Bioquímicos y Celulares, Procesos Genómicos de la Célula, Evolución Molecular.

Asignaturas posteriores: Tópico Selecto I y II y Trabajo de Investigación I, II y III.

Requerimientos para cursar la unidad curricular: Que el estudiante haya obtenido previamente los conocimientos básicos y habilidades metodológicas en Procesos Bioquímicos y Celulares, Procesos Genómicos de la Célula, necesarios para asegurar la comprensión de conceptos específicos de esta unidad curricular.

Perfil deseable del profesor. El docente que imparta el curso deberá tener estudios de posgrado, deseables de doctorado en ciencias en alguna de las siguientes especialidades: Ciencias Genómicas, Biológicas, Bioquímicas, o Biomédicas, o en Genética y Biología Molecular o área afín. Dicho profesional debe ser capaz de impartir en forma clara el conocimiento, además de guiar y despertar el pensamiento científico en los estudiantes. Preferentemente, deberá ser un profesor con al menos 2 años de experiencia en la preparación de jóvenes de nivel de Maestría.

Academia(s) Responsable(s): Academia de Ciencias Genómicas

Nombre de los diseñadores del Programa:

Dra. María Elizabeth Álvarez Sánchez (Academia de Ciencias Genómicas)

Dr. Mario César López Camarillo (Academia de Ciencias Genómicas).

II. Introducción o presentación de la unidad curricular

La Genómica es la disciplina que se encarga del estudio de la secuencia completa del ADN así como de sus funciones y regulación en los organismos eucariotas y procariotas y la proteómica es el estudio global de las proteínas, su expresión, función y estructura. En el presente curso se llevará a cabo el estudio integrativo de ambas disciplinas encaminado al entendimiento de los procesos celulares que regulan el correcto funcionamiento celular. El estudio de la genómica requiere de metodologías innovadoras que incluyen la secuenciación masiva de genomas y su análisis bioinformático y funcional mediante microarreglos de DNA; mientras que la proteómica cuantifica e identifica las proteínas utilizando metodologías de alto rendimiento tales como la electroforesis en doble dimensión (2D), la espectrofotometría de masas y la bioinformática las cuales se enseñarán en la presente unidad curricular.

III. Propósitos generales de la unidad curricular

El estudiante entenderá las bases estructurales de los genomas, como se analizan y comparan estos entre diversos organismos y las proteínas codificadas por estos genomas que constituyen el proteoma bajo condiciones determinadas. Además conocerá las herramientas de la proteómica que se utilizan para el estudio global e integral de todas las proteínas particulares de la célula, de un tejido o bien dentro de un organismo.

El estudiante adquirirá la capacidad de analizar y comprender la estructura y funcionamiento de los genomas y proteomas de un organismo u organelo de una célula. Así mismo, el estudiante adquirirá habilidades en los métodos de estudio y en el uso de herramientas bioinformáticas para el análisis de los genomas y proteomas de los organismos.

IV. Contenidos o unidades temáticas

1 Unidad. Organización del genoma dentro de las células procariontes y eucariontes

- 1.1 Organización de los genomas procariontes y eucariontes.
- 1.2 Características generales del genoma: origen, tamaño y genes.
- 1.3 Características funcionales de las diferentes secuencias que componen un genoma.
- 1.4 Estructura de genes procariontes y eucariontes.
 - 1.4.1 Familias de genes.
 - 1.4.2 Genes esenciales.

- 1.4.3 Repetición y redundancia de genes.
- 1.4.4 Pseudogenes.
- 1.5 Diferencias en estructura de los genomas de procariontes y eucariontes.
 - 1.5.1 El nucleóide bacteriano: Proteínas asociadas al cromosoma bacteriano.
 - 1.5.2 El núcleo eucarionte: Nucleosomas y empaquetamiento en cromosomas.
- 1.6 Genomas de los organelos: mitocondria y cloroplasto.
- 1.7 El proyecto de secuenciación del Genoma Humano.
- 1.8 Elementos del Genoma Humano.
- 1.9 Secuenciación masiva de genomas: método de shotgun.
- 1.10 Genomas modelo: *S. cerevisiae*, *D. melanogaster* y *A. thaliana*.
- 1.11 ENCODE: Enciclopedia de Elementos del ADN.

2. Unidad. Clasificación de la Genómica

- 2.1 Genómica estructural.
- 2.2 Genómica comparativa.
- 2.3 Genómica funcional.
- 2.4 Genómica integrativa.

3. Unidad. Genómica evolutiva y filogenómica.

- 3.1. Genoma como unidad evolutiva.
- 3.2. Tamaño del genoma y paradoja del valor C.
- 3.3. Duplicación de genes.
- 3.4. Endosimbiosis y evolución genómica.
- 3.5. Árboles de genes y árboles de especies.
- 3.6. Co-especiación hospedero-parásito.
- 3.7. Filogenómica:
 - 3.7.1. Desarrollo del árbol de la vida.
 - 3.7.2. Evolución de patógenos.
 - 3.7.3. Predicción de función génica.

4. Unidad. Métodos experimentales y aplicaciones de la Genómica

- 4.1 Análisis de los perfiles de expresión a nivel genómico.
- 4.2 Microarreglos de DNA. Recolección, manejo de datos y estimación de los niveles de expresión génica.
- 4.3 Métodos utilizados en la medida de la expresión génica y normalización de datos.
- 4.4 Agrupamiento jerárquico de los datos (*clustering*).
- 4.5 Análisis seriado de la expresión génica (SAGE).
- 4.6 Secuenciación masiva de RNA: RNA sequencing, plataforma de Affymetrix.

5. Unidad. Epigenómica

- 5.1 Concepto de epigenética.
- 5.2 Modificaciones de las histonas y el código de histonas.
- 5.3 Relación genética entre activación de genes y cromatina.
- 5.4 Complejos remodeladores dependientes de ATP: SWI/SNF.
- 5.5 Acetilación y desacetilación de la cromatina.

- 5.6 Regulación de la expresión génica mediante metilación del DNA.
- 5.7 Estudio del metiloma mediante inmunoprecipitación de DNA metilado (MEDIP).
- 5.8 Bases del ChIP-on-chip “*genome-wide location analysis*”.
- 5.9 Protocolos más utilizados del ChIP-on-ChIP: muestra, anticuerpos, microarreglos. ChIP (inmunoprecipitación de la cromatina), RNA-ChIP.

6. Unidad. MicroRNOMas

- 6.1 El microRNOMA: Biogénesis y procesamiento de microRNAs.
- 6.2 Regulación negativa de la expresión génica mediante microRNAs.
- 6.3 Estrategias experimentales para el estudio de expresión global de microRNAs en enfermedades modelo (cáncer, obesidad).
- 6.4 Microarreglos de DNA y secuenciación masiva de RNA.
- 6.5 TaqMan Low Density Arrays (TLDA).
- 6.6 Predicción de genes blanco de microRNAs: targetScan, miRwalk.
- 6.7 Ensayos funcionales de restauración y silenciamiento de microRNAs: impacto en las funciones biológicas.
- 6.8 Rutas de señalización y procesos celulares afectados por los microRNAs.

7. Unidad. Genoma Humano : aspectos legales, éticos y sociales

- 7.1 Dimensiones éticas de la Genómica.
- 7.2 Protección de la información genética del individuo.
- 7.3 Sondeos genéticos en el ámbito laboral y contratación de seguros.
- 7.4 Genómica y sociedad.
- 7.5 Las metas del milenio y el Genoma Humano.
- 7.6 Avances en la Genómica y sus impactos Sociales.
- 7.7 Apropiación social del conocimiento del Genoma Humano.
- 7.8 Sociogenómica: aproximación al debate social sobre los impactos sociales del genoma humano.

8. Unidad. Metagenómica y microbiomas

- 8.1 Proyectos de microbiomas (Secuenciación masiva y repertorio de rRNA).
- 8.2 Alteración del microbioma: consecuencias e intervención.
- 8.3 Metagenomas ambientales.
- 8.4 Secuenciación de metagenomas (shotgun y secuenciación masiva).
- 8.5 Análisis bioinformático de metagenomas (secuencia filtradas, ensamblaje, predicción de genes, diversidad de especies, integración).
- 8.6 Metagenómica comparativa.
- 8.7 Aplicaciones de la metagenómica (Medicina, biocombustibles, ecología, biotecnología).

9. Unidad. Introducción a la proteómica.

- 9.1 ¿Qué es la proteómica? Fundamentos de la proteómica.
- 9.2 Clasificación de la proteómica: perfiles de expresión de proteínas, Proteómica Estructural y Proteómica Funcional.
- 9.3 Estrategias experimentales utilizadas en los estudios de Proteómica.

9.4 Aplicaciones de los perfiles de expresión proteómica en biología y en la comprensión de los mecanismos moleculares de las enfermedades.

10. Unidad. Análisis de proteomas mediante electroforesis en dos dimensiones (2D) y espectrometría de masas

- 10.1 Preparación de muestras para estudios proteómicos.
- 10.2 Factores que afectan a las proteínas (temperatura, pH).
- 10.3 Inhibidores de proteasas.
- 10.4 Métodos de remoción de contaminantes.
- 10.5 Principios básicos en la electroforesis de proteínas (electroforesis SDS-PAGE, Nativa o no desnaturizante, Isoelectroenfoque, 2D-electroforesis, Electroforesis diagonal en gel, NEPHGE).
- 10.6 Post-separación de proteínas.
- 10.10 Análisis de péptidos trípticos
- 10.11 Identificación de proteínas (Secuenciación de péptidos, Fingerprinting, secuenciación *de novo*).
- 10.12 Espectrometría de masas MS/MS en el estudio de proteínas.
- 10.13 Análisis de modificaciones post-traduccionales.
- 10.14 Programas bioinformáticos de análisis de proteomas.
- 10.15 Uso de software PD-Quest y MASCOT para la identificación de proteínas.
- 10.16 Proteómica diferencial y cuantitativa sin gel (ICAT, SILAC).

11. Unidad. Análisis de interactomas

- 11.1 Bases estructurales de las interacciones proteína-proteína.
- 11.2 Análisis cuantitativo de las interacciones proteína-proteína.
- 11.3 Caracterización de las interacciones proteína-proteína.
- 11.4 Revisión general de los diferentes métodos útiles en la resolución de complejos.
- 11.5 Estrategia TAP-tag (C-terminal) para aislar interactomas *in vivo*.
- 11.6 Purificación de complejos proteína-proteína por afinidad.
- 11.7 Co-inmunoprecipitación.
- 11.8 TAP (Tandem Affinity Purification).
- 11.9 Sistema de doble híbrido en levaduras.
- 11.10 Phage Display.
- 11.11 Sistemas complementarios para la identificación/validación de interacciones proteicas (BRET, FRET FRAP).
- 11.12 Predicción de interactomas *in silico*.

12. Unidad. Aplicaciones de la proteómica en el campo de la Biomedicina: desarrollo de vacunas y métodos de diagnóstico

- 12.1 Estrategias para determinar perfiles de expresión en parásitos.
- 12.2 Biomarcadores tumorales y medicina translacional.
- 12.3 Validación de biomarcadores.
- 12.4 Perfiles de expresión proteómica en cáncer.

13. Unidad. Análisis bioinformático de datos proteómicos

- 13.1 Programas de análisis y comparación de geles bidimensionales (Quantityone and PDQUEST).
- 13.2 Identificación de proteínas. Análisis bioinformático de los espectros para la identificación de proteínas mediante huella peptídica, etiqueta de secuencia y secuenciación de *novο* (TagIdent, ProFound).
- 13.3 Bases de datos de proteínas (ExPASy y TrEMBL, Mascot).

V. Estrategias de enseñanza-aprendizaje

Se llevarán a cabo actividades de participación de los estudiantes en las que se discutan los temas vistos en clase y el material de lectura para lograr una mayor comprensión de éstos. Con lo anterior se busca desarrollar la actitud crítica así como incentivar a que expresen su punto de vista hacia los temas estudiados en clase.

Como soporte de las clases se utilizarán proyecciones multimedia, además del pizarrón y se entregarán materiales impresos como guía de orientación de la temática en desarrollo. En estas guías también podrán presentarse breves ejercicios, problemas o actividades para que el estudiante continúe *a posteriori* trabajando sobre el tema.

De acuerdo con los intereses del profesor y las necesidades del grupo, al final de las clases se podrán elegir uno o más temas para ser investigados, ampliados y actualizados por medio de la consulta de la bibliografía disponible en la Biblioteca e Internet, pudiéndose iniciar la siguiente clase con la presentación de los hallazgos de las consultas realizadas.

VI. Sistema de evaluación

A) Evaluación diagnóstica

Se realizará un diagnóstico escrito el que se evaluarán los conocimientos básicos de Procesos Bioquímicos y Celulares y Procesos Genómicos de la Célula, necesarios para asegurar la comprensión de conceptos específicos de esta unidad curricular. Los resultados se darán a conocer a los estudiantes de forma cualitativa. Se harán las anotaciones necesarias sobre la evaluación para que el estudiante identifique los temas que debe fortalecer y el por qué de las recomendaciones de estudio que se le sugieren. Los exámenes diagnósticos servirán además como retroalimentación al profesor para reforzar conocimientos que se hayan detectado insuficientes en el estudiante.

B) Evaluaciones formativas

Presentaciones de exámenes escritos y de exposiciones orales donde se explore la comprensión, capacidad analítica y el uso de conceptos, así como discusión de artículos científicos con los últimos avances y hallazgos relacionado con cada unidad, donde el estudiante demuestre la comprensión de los mismos e integración de conocimientos. El estudiante deberá demostrar sus conocimientos de Genómica Estructural y Funcional y Proteómica estructural, funcional y comparativa. Por otra parte, los estudiantes deberán

demostrar sus conocimientos y habilidades en el uso de las herramientas bioinformáticas para el análisis de los genomas y proteomas de un organismo.

C) Evaluación para certificación.

La certificación se realizará mediante la presentación de un examen de conocimientos o portafolio en el periodo de certificación. La calificación final incluye las calificaciones obtenidas en el examen de conocimientos o las evaluaciones formativas, y la presentación y discusión de artículos científicos y trabajos independientes, así como las evaluaciones prácticas. El porcentaje que representan cada una de ellas será determinado a criterio del profesor que imparte el curso.

Se tomará en cuenta para certificar esta unidad curricular que el estudiante demuestre la comprensión de cada una de las unidades temáticas, además de ser capaz de utilizar las herramientas metodológicas y criterios de análisis científico para el abordaje de preguntas biológicas concretas. Deberá demostrar haber adquirido los conocimientos para llegar a la comprensión del análisis de los genomas y proteomas de un organismo u organelo de una célula. Así mismo, el estudiante tendrá el conocimiento para el uso de herramientas bioinformáticas para el análisis de los genomas y proteomas de los organismos.

VII. Bibliografía

Básica

- Palzkill, T. 2002. Proteomic. Kluwer Academic Publishers. USA.
- Mishra, N. C. (2010). Introduction to proteomics: Principles and Applications. Wiley.
- Andrew J. (2008). Proteomics: A Cold Spring Harbor Laboratory Course Manual. Introducing proteomics: From concepts to sample separation, mass spectrometry and data analysis.
- Gil Alterovitz, Roseann Benson, Marco Ramoni. 2009. Automation in proteomics and genomics: an engineering case-based approach.
- Walker, J. M. The proteomics protocols handbook. 2005. Humana Press.
- Twyman R. M. Principles of proteomics. 2004. BIOS Scientific.
- Smejkal, G. B and Lazarev A. Separation methods in proteomics. 2005. CRC Press.

Complementaria

- Artículos originales de revistas científicas.

VIII. Otros recursos didácticos

Se deberá contar con acceso a un aula de cómputo para al menos 20 estudiantes, considerando el uso individual de los equipos de cómputo, los cuales deberán de contar con conexión a internet y a programas para la identificación de proteínas.

IX. Infraestructura necesaria para el desarrollo de la unidad curricular

Para la impartición de las clases se requiere de un aula con capacidad para 20 estudiantes, equipada con proyector digital (cañón), pantalla de proyección, pizarrón y acceso a internet.

15. Opciones de titulación

Por la naturaleza de la Maestría en Ciencias Genómicas y en estricto apego al Reglamento de Titulación y el Manual de Titulación vigente de la Maestría en Ciencias Genómicas de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, se consideraran las siguientes modalidades de titulación mediante: i) Tesis o trabajo recepcional; ii) Publicación arbitrada o producto; iii) Desarrollo tecnológico o diseño de equipo o maquinaria.

Respecto a la Tesis el estudiante deberá elegir un tema relacionado con alguna de las líneas de investigación acreditadas para tal fin. La Tesis es el trabajo escrito resultado de la investigación empírica que busca aportar conocimientos nuevos en el área de estudio elegida por el estudiante. La Tesis deberá ser estructurada de acuerdo a lo establecido en el Manual de procedimientos para desarrollar el trabajo recepcional (Tesis) de la Maestría en Ciencias en Ciencias Genómicas. El trabajo recepcional deberá demostrar que el estudiante adquirió los conocimientos, habilidades, aptitudes y destrezas propias del área en la que desarrolló su trabajo, acorde al perfil de egreso definido en el plan de estudios. La Tesis deberá estar escrita de forma clara, y tener una extensión de entre 80 y 120 cuartillas y estar estructurada de la siguiente forma: Portada, Jurado, Agradecimientos, Dedicatoria (opcional), Índice General, Índice de Figuras, Índice de Tablas, Abreviaturas, Resumen, Abstract, Introducción, Antecedentes particulares, Hipótesis, Justificación, Objetivos (general y particulares), Estrategia experimental, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones, Bibliografía, y Anexos (opcionales).

Respecto a la Publicación arbitrada, en esta opción el estudiante deberá presentar un trabajo original escrito, como primer autor, relacionado con las Ciencias Genómicas y derivado directamente del proyecto de investigación experimental o teórico que realizó durante su formación académica en el PMCG, el cual será dirigido por un Director y, en dado caso, un Codirector. La publicación deberá ser producto del trabajo efectuado en los laboratorios del Posgrado en Ciencias Genómicas y el de la institución de adscripción del Codirector externo, si así fuese el caso. La publicación arbitrada debe haber pasado por un proceso de revisión arbitrado y ser publicado en una revista especializada en el área, la cual deberá estar indexada en el Journal Citation Report (JCR).

Respecto al Desarrollo Tecnológico o diseño de equipo o maquinaria, esta modalidad consiste en generar o diseñar un nuevo producto o actividad: equipo, procedimiento de laboratorio, metodología o software orientado a la solución de problemas en el ámbito de las Ciencias Genómicas. El desarrollo tecnológico debe ser novedoso, original, poseer actividad inventiva y derivarse de una investigación realizada durante su formación en el PMCG. En esta opción el estudiante del PMCG deberá elaborar un informe del desarrollo tecnológico, diseño de equipo o maquinaria o software de acuerdo con lo establecido en el Artículo 114 del Reglamento, el cual debe contar con las siguientes características: Portada. Comité de Certificación. Resumen. Antecedentes. Figuras, Reivindicaciones. Manual de usuario y Solicitud de Registro de Propiedad Intelectual.

Criterios de titulación

- Concluir satisfactoriamente el proyecto de investigación y acreditar el Seminario de Evaluación.
- Haber cumplido cualquiera de las opciones de titulación y la defensa de grado, la cual versará sobre el proyecto experimental realizado durante ese periodo en los cursos Trabajo de Investigación I, II y III.
- Haber acreditado una evaluación, ante la Academia de Idioma Inglés de la UACM, en la que el estudiante demuestre el dominio del idioma inglés a nivel intermedio en la comprensión auditiva y de lectura así como en su expresión oral y escrita en esta lengua.

Requisitos de titulación

Para obtener el grado los estudiantes deberán:

- Cumplir los requisitos establecidos en el Reglamento de Titulación y Manual de Titulación vigente de la Maestría en Ciencias Genómicas.
- Haber certificado la totalidad de las unidades curriculares del presente plan de estudios.
- Contar con el 100% de créditos.

16. Recursos necesarios para desarrollar el plan de estudios

A) Humanos

Profesores-Investigadores de Tiempo Completo.

- Dra. María Elizabeth Álvarez Sánchez.
- Dra. Elisa Irene Azuara Liceaga.
- Dra. Minerva Camacho Nuez.
- Dr. Mauricio Castañón Arreola.
- Dr. Mario César López Camarillo.
- Dra. Mavil López Casamichana (Con licencia sin goce de sueldo).
- Dra. Lilia López Cánovas.
- Dr. José de Jesús Olivares Trejo.
- Dra. Rosa Martha E. Yocupicio Monroy.
- Dra. Claudia Selene Zárate Guerra.

B) Materiales

Para el desarrollo del proyecto de Tesis de los estudiantes se cuenta con el mobiliario y equipamiento de los laboratorios del Posgrado en Ciencias Genómicas, en los que actualmente se desarrollan los proyectos de los estudiantes de maestría que cursan el plan de estudios vigente.

Se requiere que se mantenga la asignación de recursos por parte del Colegio de Ciencia y Tecnología para dar mantenimiento programado al equipamiento con el que se cuenta, así como para la adquisición de consumibles y reactivos que regularmente son solicitados en el POA por el PCG.

De igual forma, dada la velocidad con la que avanza y se incrementa el conocimiento en el área de las Ciencias Genómicas, se debe mantener la actualización del acervo Bibliográfico y la suscripción a bases de datos de revistas especializadas.

C) Infraestructura

Para la impartición de los cursos de la Maestría en Ciencias Genómicas se requiere semestralmente de dos aulas con capacidad para 20-30 estudiantes, las cuales deben de contar con pintarrón e instalación eléctrica accesible para conectar computadora y proyector digital y acceso a internet.

Para las unidades temáticas de bionformática se requiere el acceso a un aula de cómputo del Plantel equipada con al menos 20 computadoras con acceso a internet, mismas que son solicitadas a la Coordinación del Plantel Del Valle de acuerdo con la calendarización del curso.

Para el desarrollo de los proyectos de Tesis, se utilizan los laboratorios de investigación (5), los laboratorios de equipo especializado (2), los laboratorios de cultivo celular y cultivo de bacterias (2) con los que cuenta el Posgrado en Ciencias Genómicas.

17. Plan de Evaluación y Actualización

El plan y los programas de estudio se revisarán periódicamente y se actualizarán según las necesidades del Posgrado en Ciencias Genómicas, a través de los órganos colegiados respectivos.

La evaluación del Plan de Estudios se realizará con la finalidad de identificar debilidades a fin de fortalecer al PMCG. En este marco las dimensiones a considerar en la evaluación son:

- A. Cumplimiento de los objetivos del plan de estudio.
- B. El proceso educativo en términos de enseñanza-aprendizaje.
- C. Los métodos, medios y recursos de la enseñanza.

El contenido temático de las unidades curriculares será evaluado bianualmente con base en las evaluaciones diagnósticas, el desempeño de los estudiantes y el índice de aprobación. Los contenidos serán analizados para determinar la necesidad de actualización con base en el desarrollo del campo del conocimiento, actualizados según su pertinencia para mantener un programa acorde con los avances científicos y tecnológicos de las Ciencias Genómicas.

El plan de estudios será revisado colegiadamente cada 5 años, tomando en cuenta la necesidad de actualizar contenidos de acuerdo a los análisis periódicos de evaluación de los planes de estudio, el índice de deserción (por asignatura y del programa), la eficiencia terminal, y las encuestas de seguimiento a los estudiantes y egresados.

En el caso de los Tópicos Selectos, estos deberán ser actualizados de forma permanente, para lo cual, su contenido y modificaciones serán revisadas colegiadamente antes de ser ofertados.

Para garantizar que la planta académica se mantenga actualizada, se apoyará a los profesores para que asistan a cursos de actualización y se fomentará el intercambio académico con otras instituciones de educación superior con las que se establezcan convenios.