

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Biomedicina	Genómica	3º	5º	6	Optativa
PROFESORES ⁽¹⁾			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> Carmelo Ruiz Rejón: Parte I "Genómica evolutiva" Michael Hackenberg: Parte II "Genómica computacional" 			Dpto. de Genética, 3ª planta de Biológicas, Facultad de Ciencias. Despachos nº 2 y 17. Correo electrónico: carmelo@ugr.es y hackenberg@ugr.es Página web de la asignatura: http://bioinfo2.ugr.es/genomica		
			HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS ⁽¹⁾		
			Profesor Ruiz Rejón: Lunes 11:00-13:00 Despacho Nº 2 Martes 11:00-13:00 Despacho Nº 2 Jueves 11:00-13:00 Despacho Nº 2 Profesor Hackenberg: Martes 10:00-13:00 Despacho Nº 17 Jueves 10:00-13:00 Despacho Nº 17		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Bioquímica			Grado en Biología		
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Tener conocimientos adecuados sobre: <ul style="list-style-type: none"> Genética Estadística 					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)					

¹ Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente

(≈) Esta guía docente debe ser cumplimentada siguiendo la "Normativa de Evaluación y de Calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada" (<http://secretariageneral.ugr.es/pages/normativa/fichasugr/ngc7121/>)



- Secuenciación de genomas completos
- Predicción de función en secuencias genómicas
- Uso de ontologías para anotación y descubrimiento de función
- Genómica comparada y genes ortólogos
- Alineamientos de genomas completos
- El genoma regulador

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

BÁSICAS Y GENERALES

CG2 - Saber aplicar los conocimientos en Bioquímica y Biología Molecular al mundo profesional, especialmente en las áreas de investigación y docencia, y de actividades biosanitarias, incluyendo la capacidad de resolución de cuestiones y problemas en el ámbito de las Biociencias Moleculares utilizando el método científico

CG3 - Adquirir la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes dentro del área de la Bioquímica y Biología Molecular, así como de extraer conclusiones y reflexionar críticamente sobre las mismas en distintos temas relevantes en el ámbito de las Biociencias Moleculares

CG4 - Saber transmitir información, ideas, problemas y soluciones dentro del área de la Bioquímica y Biología Molecular, incluyendo la capacidad de comunicar aspectos fundamentales de su actividad profesional a otros profesionales de su área, o de áreas afines, y a un público no especializado

CG5 - Haber desarrollado las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores de especialización con un alto grado de autonomía, incluyendo la capacidad de asimilación de las distintas innovaciones científicas y tecnológicas que se vayan produciendo en el ámbito de las Biociencias Moleculares

CG6 - Adquirir la capacidad de razonamiento crítico y autocrítico

CG7 - Saber trabajar en equipo de forma colaborativa y con responsabilidad compartida

CG8 - Tener capacidad de aprendizaje y trabajo autónomo

CG9 - Saber aplicar los principios del método científico

CG10 - Saber utilizar las herramientas informáticas básicas para la comunicación, la búsqueda de información, y el tratamiento de datos en su actividad profesional

CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética

CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

ESPECÍFICAS

CE07 - Comprender la estructura, organización, expresión, regulación y evolución de los genes en los organismos vivos, así como las bases moleculares de la variación genética y epigenética entre individuos

CE13 - Conocer y entender los cambios bioquímicos, moleculares y genéticos que ocurren en diversas patologías humanas, y saber explicar los mecanismos moleculares implicados en estos cambios

CE25 - Saber buscar, obtener e interpretar la información de las principales bases de datos biológicos (genómicos, transcriptómicos, proteómicos, metabolómicos y similares derivados de otros análisis masivos) y de datos bibliográficos, y usar las herramientas bioinformáticas básicas

CE26 - Tener capacidad para plantear y resolver cuestiones y problemas en el ámbito de la Bioquímica y Biología Molecular a través de hipótesis científicas que puedan examinarse empíricamente

CE28 - Capacidad para transmitir información dentro del área de la Bioquímica y Biología Molecular, incluyendo la elaboración, redacción y presentación oral de un informe científico



CE29 - Adquirir la formación básica para el desarrollo de proyectos, incluyendo la capacidad de realizar un estudio en el área de la Bioquímica y Biología Molecular, de interpretar críticamente los resultados obtenidos y de evaluar las conclusiones alcanzadas

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

El alumno sabrá/comprenderá:

- Los conceptos y métodos básicos de la genómica.

El alumno será capaz de:

- Seleccionar las técnicas más apropiadas en cada caso para estudiar la expresión de genes particulares.
- Determinar qué técnicas de estudio masivo de expresión génica (microarrays, RNA-seq) son más adecuadas en cada caso.
- Entrar en contacto con las técnicas de secuenciación masiva (NGS) y las herramientas computacionales necesarias para su análisis
- Acceder y manejar las secuencias de genomas completos
- Predicción de función biológica en genomas completos
- Análisis de datos de expresión
- Análisis epigenéticos: metilación, histonas, etc.
- Comparar genomas completos a nivel funcional
- Preparar una presentación sobre genómica

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

1. Introducción a la Genómica. Genes y genomas. Grandes proyectos genómicos. Bases de datos genómicas y navegadores genómicos.
2. Genómica de poblaciones. Dinámica de los genes en las poblaciones. Darwinismo y genética de poblaciones. Conceptos básicos. Equilibrio Hardy-Weinberg.
3. El papel de la mutación y de la migración. Apareamientos no aleatorios. El papel del azar y de la necesidad en la evolución. Selección natural. Deriva genética.
4. Evolución del tamaño y de la complejidad de los genomas. Duplicación parcial de los genes. Barajamiento de exones/dominios.
5. Evolución del número de genes. Duplicación génica. Retrotranscripción. Genes solapados. Splicing y edición del ARN. Genes compartidos.
6. Evolución genómica. Tamaño y contenido de los genomas. Duplicación genómica. Duplicación cromosómica. Duplicación génica. Transposición genética. Transferencia horizontal de genes. Otros mecanismos de amplificación. La evolución concertada.
7. Estructura composicional del genoma. Variaciones inter- e intragenómicas del contenido en G+C. Dominios composicionales y superestructuras genómicas. Sesgo en el uso de codones: dialectos genéticos.
8. Alineamientos de secuencias de DNA y proteínas. Método de la matriz de puntos. Alineamientos global y local. Alineamiento múltiple.
9. Evolución de secuencias de proteínas. Estimación del número de sustituciones de aminoácidos. Corrección de Poisson para la divergencia evolutiva. Tasa evolutiva de distintas proteínas. Relación entre funcionalidad y tasa de evolución.
10. Evolución de secuencias genómicas. Estimación de las tasas de sustitución de nucleótidos: diferentes modelos. Estimación de la divergencia evolutiva entre dos secuencias de DNA. Sustituciones sinónimas y no-sinónimas. Variaciones de las tasas de sustitución en diferentes regiones del DNA. Evolución del DNA mitocondrial y cloroplástico.
11. Filogenómica. Reconstrucción de filogenias. Señal filogenética. Métodos basados en matrices de distancia.



- Métodos de máxima parsimonia. Fiabilidad de las reconstrucciones filogenéticas. Alineamiento de genomas completos. Redes filogenéticas.
12. Análisis bioinformático de genomas completos. Estudio de la relación espacial entre distintos elementos genómicos. Programación y uso de flujos de trabajo (workflows) para analizar genomas completos.
 13. Procesado de datos de secuenciación masiva (NGS). Diferentes protocolos de secuenciación masiva. Ensamblado de genomas. Expresión génica diferencial: RNA-seq.
 14. Variabilidad genética en genoma completo. Detección de variantes (SNPs). Efectos fenotípicos de las distintas clases de SNPs. Asociación de SNPs con enfermedades genéticas.
 15. Regulación génica por microRNAs. Regulación postranscripcional. Predicción de genes de microRNAs. Predicción de dianas de microRNAs.
 16. Epigenómica. Metilación del DNA, modificaciones de histonas y microARNs. Metilación diferencial y expresión génica.
 17. Genómica funcional. Ontologías y descubrimiento de función biológica. Términos funcionales.
 18. Predicción computacional de genes. Diferencias entre eucariotas y procariotas. Algoritmos para la predicción computacional de genes. Evaluación de la calidad de la predicción. Predicción computacional de otros elementos funcionales. Islas CpG y el impacto de la metilación en la regulación de la expresión génica.

TEMARIO PRÁCTICO:

1. Galaxy: Introducción a Galaxy y análisis composicional
 - a. Subir secuencias y otros tipos de datos a Galaxy
 - b. Analizar propiedades básicas de las secuencias (G+C, número de CpGs)
 - c. Introducción en la programación de *Workflows*
2. Analizar la estructura génica y densidad génica
 - a. Añadir tablas de genes a Galaxy
 - b. Extraer exones e intrones
 - c. Calcular la densidad génica en diferentes especies
 - d. Análisis cuantitativo de longitud y número de intrones en diferentes especies
3. Variación genética y localización en el genoma
 - a. Añadir datos de variación genética (SNP)
 - b. Calcular la densidad de variación poblacional en diferentes regiones y elementos genómicos
4. Detectar duplicaciones en tándem, pseudogenes y eventos de retrotransposición
 - a. Detectar diferentes tipos de pseudogenes y su localización en el genoma.
 - b. Densidad de elementos transponibles en diferentes regiones cromosómicas
 - c. Exonización de los retrotransposones Alu

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Acceso a revistas electrónicas de la UGR:
<http://dn3nh3eq7d.search.serialssolutions.com/>
- [NCBI books:](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/browse/#W3sic3ViamVjdFtdIjoiR2VuZXRpY3MifSx7InR5cGVbXSI6IkVjb)
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/browse/#W3sic3ViamVjdFtdIjoiR2VuZXRpY3MifSx7InR5cGVbXSI6IkVjb>



[2sifSx7InNvcnQiOiJwdWJkYXRlIn0seyJzb3J0X2RpcmVjdGlvbil6InJldmVyc2UifV0=](#)

- Brown, T.A. 2008. Genomas. Editorial Médica Panamericana.
- Caetano-Anollés, G. 2010. Evolutionary Genomics and Systems Biology. Wiley-Blackwell.
- Graur, D. 2016. Molecular and Genome Evolution. Sinauer Associates, Inc.
- Hartl, D.L. and Jones, E.W. (2009) Genetics. Analysis of genes and genomes. 7ª edición. Jones & Bartlett Pub., USA.
- Jobling M, E Hollox, M Hurles, T Kivisild and C Tyler-Smith. 2014 Human Evolutionary Genetics. Garland Science, New York and London.
- Pevsner, J. 2009. Bioinformatics and Functional Genomics. John Wiley & Sons, Inc.
- Saitou, N. 2013. Introduction to Evolutionary Genomics. Computational Biology, Vol. 17, Springer.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Barnes, MR. (Ed.) 2007. Bioinformatics for Geneticists: A Bioinformatics Primer for the Analysis of Genetic Data, 2nd ed. John Wiley and Sons Ltd.
- Strachan, T. (1992). The Human Genome. Bios S.P.

ENLACES RECOMENDADOS

- Sociedad Española de Genética (SEG): <http://www.segenetica.es/>
- Herencia mendeliana en el hombre (OMIM): <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=omim>
- GeneCards: <http://www.genecards.org/>
- National Center for Biotechnology Information (NCBI): <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>
- Bases de datos del NCBI: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez/index.html>
- PubMed: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=PubMed>
- Medline: <http://medlineplus.nlm.nih.gov/medlineplus/>
- Centro Nacional de Biotecnología (CNB): <http://www.cnb.uam.es>
- Instituto Europeo de Bioinformática (EBI): <http://www.ebi.ac.uk>

METODOLOGÍA DOCENTE

Se propone una metodología docente de enseñanza-aprendizaje basada en las siguientes actividades formativas:

Clases teóricas: Se desarrollarán las competencias CG2, CG3, CG4, CG6, CG9, CE07, CE13

A. Lección magistral para cada unidad temática en la que se presentan los contenidos, se suscitan cuestiones para debate y se proponen diferentes actividades de aprendizaje.

B. Sesiones de discusión en las que se establecen debates para profundizar en la comprensión de los contenidos del tema y se discuten ejercicios y trabajos propuestos como actividad individual.

Clases prácticas: Se desarrollarán las competencias CG7, CG8, CG10, CB2

1. Resolución de casos prácticos
2. Prácticas con ordenador y de laboratorio
3. Análisis de bibliografía sobre distintos contenidos de la materia

Seminarios: Se desarrollarán las competencias CG4, CB3, CB4, CE28, CE29

Tutorías grupales e individuales: Se desarrollarán las competencias CG6, CB3, CB5



Estudio y trabajo independiente del alumno: Se desarrollarán las competencias CG8

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

Evaluación continua (convocatoria ordinaria)

La evaluación del nivel de adquisición de las competencias generales, transversales y específicas por parte de los estudiantes se llevará a cabo de manera continua a lo largo de todo el periodo académico mediante el procedimiento que se indica a continuación.

La calificación final del estudiante (0 a 10 puntos) resultará de la evaluación de las diferentes partes de la asignatura:

1. Evaluación de contenidos teóricos y prácticos mediante la resolución de problemas planteados por el profesor (30%).

A lo largo del curso, se plantearán 3 problemas a los estudiantes que se pueden resolver aplicando los conocimientos adquiridos en las lecciones magistrales (teoría) y las clases prácticas. Cada estudiante tendrá un problema único (diferentes regiones genómicas). Cada problema vale un 10% de la nota final.

2. Evaluación del proyecto (30%)

Cada estudiante elaborará un proyecto a lo largo del curso que expondrá al final. La calidad del proyecto se valorará hasta con un 20%, mientras que la exposición puntuará hasta con un 10% (incluyendo la estructura de la presentación).

3. Evaluación de los contenidos teóricos y prácticos mediante una prueba corta (40%).

Se evaluarán los conocimientos adquiridos en las lecciones magistrales y prácticas. Se trata de un examen escrito.

Convocatoria extraordinaria

- Se tratará de un examen escrito que evaluará igualmente los contenidos teóricos y prácticos.
- En la parte práctica del examen, el estudiante tendrá que demostrar su manejo de los programas usados durante el curso así como su capacidad de interpretar la salida de los programas bajo criterios biológicos (para resolver un problema concreto).
- Los alumnos tendrán que obtener un mínimo de 5 puntos sobre 10 en el examen único

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

- Se tratará de un examen escrito que evaluará igualmente los contenidos teóricos y prácticos.
- En la parte práctica del examen, el estudiante tendrá que demostrar su manejo de los programas usados durante el curso así como su capacidad de interpretar la salida de los programas bajo criterios biológicos (para resolver un problema concreto).
- Los alumnos tendrán que obtener un mínimo de 5 puntos sobre 10 en el examen único

ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)

ATENCIÓN TUTORIAL



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
grados.ugr.es

HORARIO (Según lo establecido en el POD)	HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)
Las tutorías virtuales pueden efectuarse a cualquier hora dentro de la jornada laboral. Se acordará una hora previa petición por correo electrónico por parte de los estudiantes.	Preferentemente mediante correo electrónico o el programa Google Meet.
MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE	
La asignatura se desarrollara de la siguiente manera: <ul style="list-style-type: none"> • Las clases teóricas en vez de presenciales serán virtuales asíncronas. Los estudiantes dispondrán de presentaciones anotadas o grabaciones del contenido teórico. • Cada tema cuenta con problemas resueltos y problemas que han de resolver los estudiantes. Algunos de estos problemas serán evaluados. • Las prácticas son todas computacionales y disponen de protocolos muy detalladas permitiendo la realización de forma autónoma por parte del alumnado. • Aproximadamente cada 3 semanas se programará sesiones presenciales (o virtuales síncronas) con la finalidad de mantener el contacto con el alumnado y resolver dudas y problemas. En estas sesiones no se impartirá docencia. 	
MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)	
Convocatoria Ordinaria	
Los 3 problemas que han de resolver los estudiantes durante el curso, en cualquiera de las circunstancias serian un trabajo autónomo realizado por los estudiantes en casa con el ordenador. Por lo tanto esta parte de la evaluación continua no cambiaría en función de las circunstancias. En el escenario A, tanto la defensa del proyecto como la prueba final serán presenciales.	
Convocatoria Extraordinaria	
<ul style="list-style-type: none"> • Se tratará de un examen escrito que evaluará igualmente los contenidos teóricos y prácticos. • En la parte práctica del examen, el estudiante tendrá que demostrar su manejo de los programas usados durante el curso así como su capacidad de interpretar la salida de los programas bajo criterios biológicos (para resolver un problema concreto). • Los alumnos tendrán que obtener un mínimo de 5 puntos sobre 10 en el examen único 	
Evaluación Única Final	
<ul style="list-style-type: none"> • Se tratará de un examen escrito que evaluará igualmente los contenidos teóricos y prácticos. • En la parte práctica del examen, el estudiante tendrá que demostrar su manejo de los programas usados durante el curso así como su capacidad de interpretar la salida de los programas bajo criterios biológicos (para resolver un problema concreto). • Los alumnos tendrán que obtener un mínimo de 5 puntos sobre 10 en el examen único 	
<p style="text-align: center;">ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)</p>	
ATENCIÓN TUTORIAL	



HORARIO (Según lo establecido en el POD)	HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)
Las tutorías virtuales pueden efectuarse a cualquier hora dentro de la jornada laboral. Se acordará una hora previa petición por correo electrónico por parte de los estudiantes.	Preferentemente mediante correo electrónico o el programa Google Meet.
MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE	
<p>La asignatura se desarrollara de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> Las clases teóricas en vez de presenciales serán virtuales asíncronas. Los estudiantes dispondrán de presentaciones anotadas o grabaciones del contenido teórico. Cada tema cuenta con problemas resueltos y problemas que han de resolver los estudiantes. Algunos de estos problemas serán evaluados. Las prácticas son todas computacionales y disponen de protocolos muy detalladas permitiendo la realización de forma autónoma por parte del alumnado. <p>Aproximadamente cada 3 semanas se programará sesiones virtuales síncronas mediante la aplicación Google Meet con la finalidad de mantener el contacto con el alumnado y resolver dudas y problemas. En estas sesiones no se impartirá docencia.</p>	
MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)	
Convocatoria Ordinaria	
<p>Los 3 problemas que han de resolver los estudiantes durante el curso, en cualquiera de las circunstancias serían un trabajo autónomo realizado por los estudiantes en casa con el ordenador. Por lo tanto esta parte de la evaluación continua no cambiaría en función de las circunstancias. En el escenario B, la defensa del proyecto será mediante el programa Google Meet. Los alumnos comparten su presentación con los profesores explicando los resultados obtenidos. La prueba corta se realizará mediante la plataforma Moodle (Prado).</p>	
Convocatoria Extraordinaria	
<p>El examen extraordinario consta de dos partes: i) la parte de teoría (Moodle) y ii) la parte práctica. El examen práctica evalúa la adquisición de los conocimientos y destrezas computacionales. Se generarán exámenes individualizados y enlaces personalizados para cada alumno. Antes de empezar el examen, se comunican estos datos a los estudiantes que disponen de 1.5 horas para resolver los problemas y enviar las respuestas a los profesores.</p>	
Evaluación Única Final	
<p>El examen de Evaluación Única Final consta de dos partes: i) la parte de teoría (Moodle) y ii) la parte práctica. El examen de práctica evalúa la adquisición de los conocimientos y destrezas computacionales. Se generarán exámenes individualizados y enlaces personalizados para cada alumno. Antes de empezar el examen, se comunican estos datos a los estudiantes que disponen de 1.5 horas para resolver los problemas y enviar las respuestas a los profesores.</p>	



INFORMACIÓN ADICIONAL (Si procede)



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR
grados.ugr.es