



Guía docente				
Datos Identificativos				2023/24
Asignatura (*)	Genética de poblaciones y evolución	Código	610G02021	
Titulación	Grao en Bioloxía			
Descritores				
Ciclo	Periodo	Curso	Tipo	Créditos
Grado	2º cuatrimestre	Tercero	Obligatoria	6
Idioma	CastellanoGallegoInglés			
Modalidad docente	Presencial			
Prerrequisitos				
Departamento	Bioloxía			
Coordinador/a	Naveira Fachal, Horacio	Correo electrónico	horacio.naveira.fachal@udc.es	
Profesorado	, Naveira Fachal, Horacio Vila Sanjurjo, Antón	Correo electrónico	natalia.mallo@udc.es horacio.naveira.fachal@udc.es anton.vila@udc.es	
Web	campusvirtual.udc.gal/course/view.php?id=14087			
Descripción general	Curso de introducción a la Genética de Poblaciones y a la Evolución, en el que se presentan y discuten las distintas fuerzas que actúan sobre las frecuencias génicas en las poblaciones, las relaciones entre genotipos y ambientes que dan forma a los fenotipos, y los patrones de evolución de las poblaciones y especies.			

Competencias del título	
Código	Competencias del título
A7	Reconstruir las relaciones filogenéticas entre unidades operacionales y poner a prueba hipótesis evolutivas.
A12	Manipular material genético, realizar análisis genéticos y llevar a cabo asesoramiento genético.
A18	Llevar a cabo estudios de producción y mejora animal y vegetal.
A21	Diseñar modelos de procesos biológicos.
A24	Gestionar, conservar y restaurar poblaciones y ecosistemas.
A27	Dirigir, redactar y ejecutar proyectos en Biología.
B1	Aprender a aprender.
B2	Resolver problemas de forma efectiva.
B3	Aplicar un pensamiento crítico, lógico y creativo.
B4	Trabajar de forma autónoma con iniciativa.
B5	Trabajar en colaboración.
B6	Organizar y planificar el trabajo.
B7	Comunicarse de manera efectiva en un entorno de trabajo.

Resultados de aprendizaje			
Resultados de aprendizaje	Competencias del título		
	A7	B1	
Capacidad de interpretar y analizar los problemas biológicos, así como la propia naturaleza humana, desde una perspectiva evolutiva	A12	B2	
	A18	B3	
	A21	B4	
		B5	
		B6	
		B7	



Elección de las técnicas y métodos más adecuados para abordar el estudio de un determinado problema evolutivo	A7 A12 A18 A24	B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7
Empleo de la información genética para gestionar, conservar y restaurar poblaciones	A7 A12 A18 A21 A24 A27	B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7

Contenidos	
Tema	Subtema
PANORÁMICA GENERAL DE LA BIOLOGÍA EVOLUTIVA	Breve historia de la biología evolutiva. Genética de poblaciones. Genética evolutiva molecular. Biología evolutiva del desarrollo (evo-devo). Genómica evolutiva. Las bases de datos del "National Center for Biotechnology Information" (NCBI-USA). Navegadores de genomas (NCBI, UCSC, Ensembl). Proyectos de caracterización de la variación genética en la especie humana.
MACROEVOLUCIÓN	Evolución por encima del nivel de especie. Cronología de la vida en la Tierra. Utilización de las filogenias para reconstruir el pasado profundo. Diversificación de los eucariotas. El concepto de especie en paleontología. Patrones de macroevolución. Extinciones masivas. Diferencias entre clados en la diversidad de especies. La evolución de las estructuras biológicas complejas a través del registro fósil.
LA CONSTRUCCIÓN DE MÓDULOS EVOLUTIVOS	Proteínas promiscuas; máquinas moleculares; evolución modular de las proteínas. Oportunismo evolutivo. Kits de construcción bioquímica. Adaptaciones, exaptaciones y enjutas. Evo-devo. Evolución retrógrada e intercalar. Duplicaciones de genes. Reclutamiento. Transmisión horizontal. Grupos de ligamiento. Efecto aleatorizante de la recombinación. Coadaptación genética. Supergenes.
FILOGENIAS MOLECULARES	Cladogramas y filogramas. Teoría de la coalescencia. Taxones monofiléticos, parafiléticos y polifiléticos. Árboles de genes y árboles de especies. Métodos de filogenética molecular. El árbol evolutivo humano.
LOS ORÍGENES DE LAS ESPECIES	Conceptos de especie. Principales cuestiones relacionadas con la especiación. Barreras reproductivas intrínsecas de aislamiento. Especiación y paisajes adaptativos: la teoría del equilibrio cambiante. Modos de especiación. Radiaciones adaptativas. Rasgos mágicos. Evolución de las incompatibilidades genéticas en híbridos interespecíficos. Reglas generales de especiación y diversificación evolutiva. Evolución filética y cladística en el registro fósil.
GENÉTICA CUANTITATIVA	Caracteres continuos, discontinuos y umbrales. Valor reproductivo y valor genotípico de un genotipo. Valor ambiental. Sensibilidad ambiental de un genotipo. Componentes de la varianza fenotípica. Herencia. Estimación del número mínimo de loci subyacentes a un rasgo cuantitativo (QTL). Cartografía de QTLs. Estudios de asociación de todo el genoma (GWAS).



CONSECUENCIAS DE LOS SISTEMAS REPRODUCTIVOS Y TIPOS DE APAREAMIENTO SOBRE LA ORGANIZACIÓN DE LA VARIACIÓN GENÉTICA	Mantenimiento de la variación genética en poblaciones con reproducción sexual y apareamiento aleatorio: Ley de Hardy-Weinberg (H-W); desviaciones de las expectativas de H-W. Efectos de la reproducción asexual y del apareamiento no aleatorio sobre las frecuencias de los genotipos: partenogénesis; autofecundación; coeficientes de endogamia y parentesco; sistemas regulares de endogamia; apareamiento clasificado fenotípico. Mezcla genética.
CAMBIOS GENÉTICOS ALEATORIOS EN POBLACIONES DE PEQUEÑO TAMAÑO	Muestreo de gametos y senda aleatoria de las frecuencias génicas. Modelo de Wright-Fisher. Dispersión de las frecuencias génicas entre subpoblaciones. Tasa de fijación dentro de las subpoblaciones y los genomas. Tamaño efectivo de la población. Efectos fundadores y cuellos de botella poblacionales. Efecto Wahlund.
MUTACIÓN Y MIGRACIÓN	Clases de mutaciones: sustituciones de nucleótidos; inserciones y deficiencias; duplicaciones; reordenamientos cromosómicos. Tasas de mutación. Cambio en la frecuencia de los genes debido a la mutación. El destino de un único mutante. Modelos de mutación en genética molecular de poblaciones. Migración y flujo genético. Cambio en la frecuencia génica debido a la migración; el modelo de la isla. Mutación y migración en poblaciones finitas.
EFFECTOS DE LA SELECCIÓN SOBRE LOS FENOTIPOS Y LAS FRECUENCIAS GÉNICAS	La selección natural. "Fitness" biológica. Tipos de selección. Selección de rasgos cuantitativos. Medición de la selección multivariante. Respuesta a la selección de caracteres correlacionados. Caso de estudio: base genética de la adaptación a elevada altitud en la especie humana. ¿Genes buenos o genes malos? Modelos básicos de selección haploide y diploide. Polimorfismos mantenidos por coeficientes de selección constantes. Métodos de estimación de la "fitness". Paisajes de "fitness".
POLIMORFISMOS MANTENIDOS POR COEFICIENTES DE SELECCIÓN VARIABLES	Variación espacial y temporal de la fitness: ambientes de grano grueso y de grano fino. Selección endocíclica. "Trade-offs" entre componentes de fitness. Pleiotropismo antagónico. Selección dependiente de las frecuencias. Cooperación, altruismo y selección de parentesco ("kin-selection").
ACCIÓN COMBINADA DE LA SELECCIÓN Y OTRAS FUERZAS EVOLUTIVAS. COEFICIENTES DE SELECCIÓN VARIABLES	Equilibrio mutación-selección. Lastre genético de las poblaciones. El papel de la recombinación: el trinquete de Muller y la degeneración de los cromosomas Y; efectos Hill-Robertson. Evolución de los cromosomas sexuales. Equilibrio entre selección y flujo génico; clinas génicas. Selección en poblaciones finitas: mutaciones neutras, casi neutras y seleccionadas.
MÁQUINAS DE EVOLUCIÓN	Dinámica de Reina Roja. Antagonismos entre especies. Conflictos sexuales. Selección sexual vs selección natural. Conflictos entre progenitores y descendientes. Conflictos intergenómicos: incompatibilidad citoplasmática. Conflictos intragenómicos: elementos genéticos egoístas.
EVOLUCIÓN DE LA DETERMINACIÓN DEL SEXO	¿Qué es el sexo meiótico? Costes y beneficios del sexo. Roles sexuales, conflictos sexuales y selección sexual. Diversidad de ciclos sexuales entre los eucariotas. Mecanismos moleculares de la determinación del sexo. Determinación del sexo en las angiospermas y los animales. Sistemas de auto-incompatibilidad. Genética cuantitativa de la determinación del sexo: determinación genotípica vs. ambiental. Sistemas carentes de cromosomas sexuales diferenciados. Transiciones entre sistemas de determinación del sexo.
TEORÍA NEUTRALISTA DE LA EVOLUCIÓN MOLECULAR. HUELLAS MOLECULARES DE LA SELECCIÓN NATURAL.	La teoría neutralista de la evolución molecular. Relojes moleculares. Modelos de evolución del ADN. Límites de la divergencia nucleotídica entre poblaciones y especies. Estimación del número de sustituciones nucleotídicas. Tasas de sustitución. Pseudogenes. Efectos directos de la selección sobre el polimorfismo nucleotídico y la divergencia. La importancia de la recombinación: barrido selectivo y selección de fondo. La selección y la historia demográfica pueden dejar huellas similares en la variación del ADN. Pruebas estadísticas.



Planificación				
Metodoloxías / pruebas	Competencias	Horas presenciales	Horas no presenciales / traballo autónomo	Horas totales
Actividades iniciais	B1 B4 B5 B6	1	0.5	1.5
Sesión magistral	A7 A12 A18 A24 A27 B1 B2 B3 B4 B6	21	52.5	73.5
Prácticas a través de TIC	A7 A21 B2 B4	14	14	28
Seminario	A7 A12 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7	7	24.5	31.5
Prueba de resposta múltiple	A7 A18 B1 B2 B3 B4 B5 B6	1	10	11
Prueba objetiva	A7 A12 A18 A21 A24 B1 B2	3.5	0	3.5
Atención personalizada		1	0	1

(\*) Los datos que aparecen en la tabla de planificación són de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de los alumnos

Metodoloxías	
Metodoloxías	Descrición
Actividades iniciais	Profesor/a.- Presenta la guía docente de la materia, aclara dudas, organiza a los alumnos para las actividades. Alumno/a.- Toma notas, formula dudas y cuestiones.
Sesión magistral	Profesor/a.- Explica los fundamentos teóricos de la materia. Alumno/a.- Observa, asimila y toma notas. Formula dudas y cuestiones. Memoriza. Lee los textos recomendados. Resuelve ejercicios complementarios.
Prácticas a través de TIC	Profesor/a. - Presenta los objetivos, prepara el material y el equipo, expone los métodos, proporciona un guión, asiste a los alumnos. Alumno/a. - Experimenta con las herramientas bioinformáticas, analiza datos y elabora una memoria.
Seminario	Profesor/a.- Presenta el tema desde una perspectiva histórica. Distribuye a los alumnos y alumnas en grupos de traballo. Avalúa. Alumno/a.- Toma notas. Lee los textos recomendados. Se organiza con los otros miembros de su grupo de traballo. Elabora una presentación con diapositivas. Memoriza. Hace una presentación oral del tema que se le asigne.
Prueba de resposta múltiple	Se realizará mediante la plataforma Moodle del curso. Profesor/a. - Formula preguntas y valora las respuestas de los alumnos. Alumno/a. - Consulta sus materiales de apoio y responde a las preguntas de manera asincrónica. Prueba objetiva Corresponde al examen oficial de la materia.
Prueba objetiva	Corresponde al examen oficial de la materia. Profesor/a. - Prepara un examen escrito, con ejercicios de cálculo y preguntas de resposta múltiple. Valora las respuestas de los alumnos. Alumno/a. - Responde a las preguntas de manera individual y sincrónica, sin apoio externo de ningún tipo.

Atención personalizada	
Metodoloxías	Descrición
Seminario Sesión magistral Prácticas a través de TIC	Cada estudante habrá de asistir obligatoriamente a 1 hora de tutoría, con objeto de diagnosticar posibles disfunciones del programa formativo y de diseñar las acciones correctoras que se estimen más apropiadas.

Evaluación			
Metodoloxías	Competencias	Descrición	Calificación



Seminario	A7 A12 B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7	Se plantearán a los alumnos hallazgos e hipótesis que en su día supusieron revoluciones científicas en el conocimiento sobre la evolución biológica, con objeto de que hagan un seguimiento del curso que han tenido las investigaciones subsiguientes, y una valoración a día de hoy de su vigencia e impacto. La actividad se plasmará en una presentación con diapositivas, que deberá presentarse y defenderse oralmente, delante del profesorado y del resto del alumnado.	15
Prueba de respuesta múltiple	A7 A18 B1 B2 B3 B4 B5 B6	Consiste en una serie de cuestionarios de alternativa múltiple en la plataforma Moodle, a los que se debe dar respuesta en fechas y horas fijadas con antelación a lo largo del curso.	25
Prácticas a través de TIC	A7 A21 B2 B4	Realización de varios ejercicios de genética evolutiva con un ordenador personal, empleando los programas informáticos utilizados en las prácticas. Es imprescindible obtener acumulativamente por lo menos 15 puntos en esta prueba, que se realizará al final de las sesiones prácticas, para aprobar la materia.	25
Prueba objetiva	A7 A12 A18 A21 A24 B1 B2	Es una prueba escrita, presencial y sincrónica, que corresponde al examen oficial de la materia. Consiste en una serie de ejercicios de cálculo y preguntas test de alternativa múltiple. Es imprescindible obtener cuando menos 21 puntos en esta prueba para aprobar la materia.	35

#### Observaciones evaluación

Se considerarán PRESENTADOS en los actas de la materia todos aquellos alumnos y alumnas que se presenten al examen práctico o al examen oficial de la materia (la denominada prueba objetiva).

Para superar la materia será preciso alcanzar cuando menos 50 puntos con la suma de las distintas metodologías de evaluación, siempre y cuando se consiguió la nota mínima exigida en las prácticas y la prueba objetiva. Si no se consiguió esa nota mínima en las prácticas o en la prueba objetiva, la nota final en actas cuando la puntuación acumulativa alcance los 50 puntos será un 4,9 (SUSPENSO).

En caso de que, por razones debidamente justificadas, no se pudiera asistir al examen oficial de la materia, se hará un examen oral, de contenido semejante al del examen escrito.

Si un alumno o alumna no alcanzara el máximo posible de puntos en las actividades de evaluación continua, podrá optar por realizar un bloque adicional de preguntas en el examen final de la materia, entendiéndose con eso que renuncia a la cualificación que obtuviera antes en la evaluación continua.

En la segunda oportunidad tan sólo se evaluará mediante el examen práctico y la prueba objetiva, utilizando la misma metodología que en la primera oportunidad. A efectos de cómputo de la calificación final, se mantendrán las notas que se hubieran obtenido en las actividades con evaluación continua (seminario y prueba de respuesta múltiple) en la primera oportunidad.

Para el cómputo de la calificación final de los estudiantes con reconocimiento de dedicación a tiempo parcial y dispensa académica de asistencia, tanto en la primera como en la segunda oportunidad, se tendrá en cuenta la calificación obtenida en el examen teórico y la correspondiente aparte práctica (ver más arriba formato de ambos exámenes), representando éstas el 75% y el 25% de la calificación final, respectivamente.

La realización fraudulenta de las pruebas o actividades de evaluación implicará directamente la calificación de SUSPENSO (0) en la convocatoria correspondiente del curso académico, tanto si la comisión de la falta se produce en la primera oportunidad como en la segunda.

#### Fuentes de información



<p><b>Básica</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hartl, D. L. (2020). A primer of population genetics and genomics. OUP Oxford</li> <li>- Cutter, A. D. (2019). A primer of molecular population genetics. OUP Oxford</li> <li>- Futuyma, D. J., and Kirkpatrick, M. (2017). Evolution. Sinauer Associates</li> <li>- Zimmer, C. and Emlen, D. (2015). Evolution: Making sense of life. Roberts and Company Publishers</li> <li>- Shubin, N. (2015). Tu pez interior. Capitán Swing</li> <li>- Lane, N (2018). Power, Sex, Suicide. OUP Oxford</li> <li>- Hahn, M. W. (2018). Molecular Population Genetics. OUP USA</li> <li>- Caballero, A. (2017). Genética Cuantitativa. Síntesis</li> <li>- Beukeboom, L., and Perrin, N. (2014). The evolution of sex determination. OUP Oxford</li> <li>- Hedrick, P.W. (2011). Genetics of Populations.. Jones &amp; Bartlett</li> <li>- Herron, J. D., and Freeman, S. (2014). Evolutionary Analysis. . Pearson</li> <li>- DeSalle, R. (2013). Phylogenomics: A primer. Routledge</li> </ul>
<p><b>Complementaria</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avise, J. C. (2006). Evolutionary Pathways in Nature. A Phylogenetic Approach. . Cambridge Univ. Press.</li> <li>- Barton, N. (2007). Evolution. Cold Spring Harbor Lab. Press.</li> <li>- Bromham, L. (2008). Reading the Story in DNA: A Beginners Guide to Molecular Evolution. . Oxford Univ. Press.</li> <li>- Coyne, J. A. (2009). Why Evolution is True. Viking</li> <li>- Ridley, M. (2004). Evolution. Blackwell</li> <li>- Sampedro, J. (2007). Deconstruyendo a Darwin: Los Enigmas de la Evolución a la Luz de la Nueva Genética.. Síntesis</li> <li>- Fontdevila, A., y Moya, A. (2003). Evolución. Origen, adaptación y divergencia de las especies.. Síntesis</li> <li>- Fontdevila, A., y Moya, A. (1999). Introducción a la genética de poblaciones. Síntesis</li> </ul>

**Recomendaciones**

**Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente**

Estadística/610G02005  
 Genética/610G02019  
 Genética molecular/610G02020

**Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente**

**Asignaturas que continúan el temario**

**Otros comentarios**

Los contenidos del temario y el material de apoyo para el estudio se encuentran en la plataforma Moodle de la UDC, por lo que es imprescindible conectarse a ella, y prestar atención a las noticias que tanto los profesores como servidores automáticos divulgarán a lo largo del curso. Conviene llevar la materia al día, asistiendo a las clases, respondiendo a los cuestionarios y resolviendo los ejercicios complementarios de los distintos temas. Resulta de mucha ayuda entender el inglés escrito, pues la mayor parte de la bibliografía está en esa lengua, y conocer el manejo de hojas EXCEL al nivel de usuario.

**(\*) La Guía Docente es el documento donde se visualiza la propuesta académica de la UDC. Este documento es público y no se puede modificar, salvo cosas excepcionales bajo la revisión del órgano competente de acuerdo a la normativa vigente que establece el proceso de elaboración de guías**