



## FICHA IDENTIFICATIVA

## Datos de la Asignatura

|                 |                                  |
|-----------------|----------------------------------|
| Código          | 33144                            |
| Nombre          | Evolución Molecular y Bioquímica |
| Ciclo           | Grado                            |
| Créditos ECTS   | 6.0                              |
| Curso académico | 2020 - 2021                      |

## Titulación(es)

| Titulación                                       | Centro                          | Curso | Periodo             |
|--------------------------------------------------|---------------------------------|-------|---------------------|
| 1109 - Grado en Bioquímica y Ciencias Biomédicas | Facultad de Ciencias Biológicas | 4     | Primer cuatrimestre |

## Materias

| Titulación                                       | Materia                               | Carácter |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------|----------|
| 1109 - Grado en Bioquímica y Ciencias Biomédicas | 14 - Materia de asignaturas optativas | Optativa |

## Coordinación

| Nombre                    | Departamento                         |
|---------------------------|--------------------------------------|
| BARRIO ESPARDUCER, ELADIO | 194 - Genética                       |
| GARCIA FERRIS, CARLOS     | 30 - Bioquímica y Biología Molecular |
| PERETO MAGRANER, JULI     | 30 - Bioquímica y Biología Molecular |

## RESUMEN

**Evolución Molecular y Bioquímica** es una asignatura optativa, de 6 ECTS, del último curso del Grado en Bioquímica y Ciencias Biomédicas, que con Bioinformática y Biología de Sistemas, conforma la materia “Métodos cuantitativos y Biología de Sistemas” del módulo “Métodos en biociencias moleculares y biomedicina”.

Esta asignatura ofrece un panorama de la evolución biológica a escala molecular, desde el origen de la vida hasta la diversificación de los linajes celulares actuales. En un primer lugar, se analizan los principales modelos del origen de los sistemas biológicos. En un tiempo como el presente, en el que el desarrollo de nuevas técnicas de secuenciación masiva permiten obtener gran cantidad de información sobre la estructura, la función y la variación de los genomas, el objetivo de esta asignatura es familiarizar a los alumnos con el estudio de la dinámica del cambio evolutivo a nivel molecular, de los mecanismos y procesos implicados en la generación de los patrones de variación del genoma y de los productos codificados en él, y de cómo estos patrones pueden ser utilizados para reconstruir la historia evolutiva de



los organismos y de sus genomas. Un último objetivo es el estudio de la evolución de las rutas y las redes metabólicas.

## CONOCIMIENTOS PREVIOS

### Relación con otras asignaturas de la misma titulación

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.

### Otros tipos de requisitos

Es recomendable, aunque no imprescindible, cursar la asignatura Bioinformática donde se introduce la utilización de programas informáticos para el alineamiento de secuencias y la reconstrucción filogenética.

## COMPETENCIAS (RD 1393/2007) // RESULTADOS DEL APRENDIZAJE (RD 822/2021)

### 1101 - Grado en Bioquímica y Biomédicas

- Capacidad de análisis, síntesis y razonamiento crítico en la aplicación del método científico.
- Desarrollo de habilidades para la aplicación de los conocimientos adquiridos al mundo profesional.
- Comprensión del mundo natural como producto de la evolución y de su vulnerabilidad frente a la influencia humana.
- Capacidad de utilizar las nuevas tecnologías de información y comunicación.
- Saber utilizar las diferentes fuentes bibliográficas y bases de datos biológicos y usar las herramientas bioinformáticas.
- Conocer los procedimientos habituales utilizados por los científicos en el área de las biociencias moleculares y la biomedicina para generar, transmitir y divulgar la información científica.
- Conocer los elementos moleculares y celulares comunes y diferenciales de los diferentes tipos de organismos vivos con especial énfasis en el ser humano y organismos modelo para su estudio.
- Comprender las aproximaciones experimentales y sus limitaciones así como interpretar resultados científicos en biociencias moleculares y biomedicina.
- Saber diseñar estrategias experimentales multidisciplinares en el ámbito de las biociencias moleculares para la resolución de problemas biológicos complejos, especialmente los relacionados con salud humana.
- Adquirir destrezas en el manejo de las metodologías empleadas en las biociencias moleculares y en el registro anotado de actividades.
- Saber utilizar herramientas matemáticas y estadísticas para la resolución de problemas biológicos.



- Conocer los fundamentos químicos y físicos que determinan las propiedades de las moléculas biológicas y que rigen las reacciones en las que participan.
- Reconocer la diversidad biológica y conocer la organización de los seres vivos y la ubicación del ser humano y de los organismos modelo en experimentación biomédica en dicha diversidad.
- Conocer las características estructurales y funcionales de las macromoléculas.
- Conocer las bases bioquímicas y moleculares del funcionamiento celular.
- Conocer y comprender las bases moleculares de la información genética y los mecanismos de su transmisión y variación.
- Tener una visión integrada del funcionamiento celular normal y alterado, incluyendo el metabolismo y la expresión génica.
- Conocer las teorías que describen y explican la complejidad de los sistemas celulares.
- Conocer los principios físicos que subyacen en la complejidad metabólica, su dinámica y control, y su relación con la patología y la biotecnología.
- Conocer los métodos que permiten manejar grandes cantidades de datos derivados de las técnicas ómicas.
- Conocer los mecanismos evolutivos a escala molecular.
- Conocer las principales transiciones evolutivas y su ubicación en la escala de tiempo.
- Saber utilizar los principales métodos bioinformáticos.
- Acceder a las principales bases de datos biológicos y recuperar y emplear la información contenida en ellas.
- Aplicar correctamente los métodos de inferencia filogenética e interpretar los resultados.
- Analizar críticamente las definiciones de vida, sus implicaciones teóricas y sus aplicaciones en biología de sistemas y biología sintética.
- Conocer los mecanismos de generación de diversidad enzimática y los modelos de evolución metabólica.
- Conocer la simbiosis como mecanismo de generación de complejidad genómica, metabólica y celular.

## **RESULTADOS DE APRENDIZAJE (RD 1393/2007) // SIN CONTENIDO (RD 822/2021)**

- Entender el funcionamiento celular con perspectiva evolutiva.
- Realización de alineamientos múltiples de secuencias.
- Obtención de árboles filogenéticos y su interpretación.
- Conocimiento y respeto de la diversidad humana.
- Habilidad para el trabajo en equipo.
- Analizar las diferentes formas de abordar problemas científicos complejos.
- Capacidad de análisis, síntesis y razonamiento crítico.
- Manejo del inglés científico.
- Capacidad de organización y planificación.



- Capacidad de transmisión escrita y oral de datos a nivel científico y divulgativo.
- Asimilación y análisis crítico de la información científica.
- Identificación de relaciones entre ciencia y sociedad.
- Análisis de valores culturales implícitos en los saberes y prácticas de la ciencia.
- Asimilación de la dimensión histórica del conocimiento.
- Asimilación del proceso de construcción del conocimiento científico.
- Análisis de algunos dilemas éticos derivados de la aplicación de las biociencias moleculares y de su uso social.
- Situar las biociencias moleculares y la biomedicina en el contexto de la ciencia a través del conocimiento de algunos de sus grandes temas y problemáticas en el mundo actual.

## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

### 1. Evolución química y origen de la vida

¿QUÉ ES LA VIDA? El problema de la definición de vida. Autoorganización, autopoyesis, autonomía y evolución abierta. Recursividad. El problema de la medida de la complejidad.

EVOLUCIÓN QUÍMICA. Formación de la Tierra y química abiótica. Contribución de materiales extraterrestres y de las síntesis orgánicas endógenas. Experimentos de simulación en química prebiótica.

ORIGEN DE LA VIDA. Emergencia del metabolismo, la celularidad y los replicadores moleculares. Redes protometabólicas y canalización de energía. Vesículas lipídicas como modelos protocelulares. Teorías del origen de la información genética y modelos experimentales de evolución de RNA.

ORIGEN DE LA TRADUCCIÓN Y DEL CÓDIGO GENÉTICO. Hipótesis del mundo del RNA. Precusores y descendentes del RNA: origen de las proteínas y del DNA. Origen y evolución del código genético.

### 2. Evolución molecular y genómica

MODELOS DE EVOLUCIÓN MOLECULAR. La dinámica de los genes en las poblaciones. Modelos del proceso evolutivo. Tasas y patrones de sustitución nucleotídica. La teoría neutral de evolución molecular. El reloj molecular. La teoría casi neutral. Controversia entre neutralismo y seleccionismo.

EL CAMBIO EVOLUTIVO EN LAS SECUENCIAS Y SU ESTIMA. Homología posicional y el alineamiento de secuencias de nucleótidos y de aminoácidos. La sustitución nucleotídica en secuencias de DNA. La divergencia entre secuencias de DNA. Tasas no uniformes entre sitios nucleotídicos. La divergencia entre secuencias codificantes. La divergencia entre proteínas.

FILOGENÉTICA MOLECULAR. Árboles filogenéticos. Métodos de reconstrucción filogenética basados en caracteres y en distancias. Métodos estadísticos de reconstrucción filogenética. Fiabilidad de las reconstrucciones filogenéticas. Filogenómica. Aplicación de la filogenética molecular.

EL POLIMORFISMO DEL DNA EN LAS POBLACIONES. Medidas del polimorfismo de DNA. Genealogía de genes y la teoría de coalescencia. La selección natural a nivel molecular. La genética molecular de poblaciones y el origen de la humanidad.

EVOLUCIÓN DE LA COMPLEJIDAD GENÓMICA. Variación en el tamaño del genoma. La estructura repetitiva del genoma eucariota. Evolución de la función génica. Evolución de la redundancia génica. Formación de nuevos genes. El origen de la complejidad genómica.





### 3. Evolución celular y metabólica

ORIGEN DE LA VIDA PROCARIÓTICA. Evidencias químicas y paleontológicas de las primeras formas de vida. La reconstrucción del antepasado común universal: métodos filogenéticos y genómicos. El origen de los principales dominios celulares. Coevolución de la vida y del planeta: efectos de la oxigenación de la atmósfera sobre la complejidad metabólica y celular.

ORIGEN DE LA VIDA EUCARIÓTICA. Origen del sistema de endomembranas. Modelos simbióticos para el origen de los orgánulos energéticos. El origen del núcleo celular. La adquisición de genomas por simbiosis y evolución de la complejidad.

EVOLUCIÓN DEL METABOLISMO. Evolución experimental. Propiedades enzimáticas y potencial evolutivo. Modelos de evolución de rutas y redes metabólicas. Aspectos biomédicos de la evolución metabólica.

### VOLUMEN DE TRABAJO

| ACTIVIDAD                                      | Horas         | % Presencial |
|------------------------------------------------|---------------|--------------|
| Clases de teoría                               | 56,00         | 100          |
| Tutorías regladas                              | 4,00          | 100          |
| Asistencia a eventos y actividades externas    | 5,00          | 0            |
| Elaboración de trabajos individuales           | 13,00         | 0            |
| Estudio y trabajo autónomo                     | 40,00         | 0            |
| Lecturas de material complementario            | 10,00         | 0            |
| Preparación de actividades de evaluación       | 5,00          | 0            |
| Preparación de clases de teoría                | 10,00         | 0            |
| Preparación de clases prácticas y de problemas | 4,00          | 0            |
| Resolución de casos prácticos                  | 3,00          | 0            |
| <b>TOTAL</b>                                   | <b>150,00</b> |              |

### METODOLOGÍA DOCENTE

La asignatura se basa en el empleo de distintas actividades de aprendizaje entre las que se incluyen las siguientes:

- **Clases teóricas participativas.** En ellas, el profesorado presentará en el aula de los contenidos teóricos fundamentales y de mayor dificultad utilizando diferentes metodologías, como la clase magistral, clases por preguntas, etc., articuladas en sesiones de 1 hora. En estas clases se hará uso de los recursos audiovisuales adecuados, que previamente estarán accesibles para los estudiantes a través de la plataforma de apoyo a la docencia de la universidad (aula virtual). Durante las sesiones, también se orientará a los estudiantes sobre la bibliografía adecuada y los recursos a utilizar para el estudio y comprensión de los conceptos y se correlacionarán los mismos con las temáticas de las conferencias y seminarios que forman parte de la programación de la asignatura.



- **Seminarios y/o otras actividades relacionadas con la adquisición de competencias transversales.** Los alumnos prepararán seminarios para exponer en forma de comunicación oral breve de 30 min por estudiante, en sesiones de 2 horas.

El número total de horas de clase en grupo completo (clases de teoría y clases de seminarios y otras actividades) será de 52 horas.

- **Tutorías presenciales en grupo reducido.** Se utilizarán estas tutorías para debatir sobre los distintos artículos científicos leídos por los estudiantes, para debatir sobre temas de actualidad relacionados con la asignatura y también para el seguimiento y evaluación continuada de los estudiantes. Los alumnos deberán preparar dudas y preguntas que se les haya planteado durante el curso, que podrán ser contestadas por otros compañeros o por el profesor en el caso de que este lo considere oportuno. Se potenciará que sean los estudiantes los que participen activamente en las tutorías y que el profesorado se limite a moderar y resolver las dudas que no queden resueltas durante la discusión en grupo. La actividad se realizará en 4 sesiones de 1 hora.

- **Tutorías individuales.** Se utilizarán para resolver cuestiones concretas o problemas personales del alumno con la asignatura. Podrán ser personales, *online* o a través del correo electrónico.

## EVALUACIÓN

Se llevará a cabo una evaluación continuada de cada estudiante, basada en las distintas actividades presenciales y no presenciales descritas en el apartado de Metodología, valorando la asistencia a todas las actividades presenciales, la realización y presentación de todos los trabajos y actividades complementarias, la participación y el grado de implicación en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Los aspectos concretos a valorar serán los siguientes:

- **Prueba objetiva sobre los contenidos de la asignatura.** Consistirá en un examen de cuestiones teóricas, bien en forma de preguntas cortas, largas o de tipo test. En este examen se concederá especial importancia a la comprensión de conceptos básicos para el desarrollo de su formación biológica y para la consecución del objetivo global de la asignatura. La nota del examen representará un 60% de la nota final i será condición indispensable para superar la asignatura obtener una puntuación mínima de 5 sobre 10, siempre que se haya puntuado en todos sus bloques temáticos (I, II y III) por encima del 40% de su valor.
- **Evaluación de las comunicaciones científicas en las sesiones de seminarios.** La evaluación de esta actividad permitirá comprobar la capacidad para obtener información científica y disponer de criterio para valorar su validez, la capacidad de divulgación del conocimiento científico, la habilidad para el trabajo en equipo y la capacidad de presentación de trabajos. Representará un 25% de la nota final y, si se aprueba, la nota se mantiene para el curso siguiente.
- **Evaluación de la participación en las actividades presenciales, tutorías de grupo y otras actividades.** Entre otras cosas, en este apartado se valorará la capacidad de plantear dudas, de proponer respuestas y de dirigir la discusión en grupo, como un epígrafe más de la evaluación continuada del alumno. La nota de este apartado representará un 15% de la nota final.



## REFERENCIAS

### Básicas

- Bedau, M., Cleland, C. (2010) *The Nature of Life*. Cambridge University Press, Cambridge.
- de Duve, C. (2005) *Singularities. Landmarks on the Pathways of Life*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Deamer, D., Szostak, J.W. (2010) *The Origins of Life*. CSH Press, Cold Spring Harbor.
- Gargaud, M, López-García, P., Martin, H. eds. (2011) *Origins and Evolution of Life. An Astrobiological Perspective*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Graur, D., and H.S. Li. 2000. *Fundamentals of molecular evolution*. 2nd Ed. Sinauer.
- Lemey, P., Salemi, M. and Vandamme, A.M. (2009) *The Phylogenetic Handbook: A Practical Approach to Phylogenetic Analysis and Hypothesis Testing*. 2nd edition. Cambridge Univ. Press.
- Li, H.-S. (1997) *Molecular Evolution*. Sinauer.
- Lynch, M. (2007) *The origins of genome architecture*. Sinauer
- Nei, M. and Kumar, S. (2000) *Molecular Evolution and Phylogenetics*. Oxford Univ Press
- Gargaud, M. et al. (eds) (2011) *Encyclopedia of Astrobiology*, 3 Vols. Springer

### Complementarias

- Deamer, D. (2011) *First Life. Discovering Connexions Between Stars, Cells, and How Life Began*. California University Press.
- Avise, J. (2004) *Molecular Markers, Natural History and Evolution* 2nd ed. Chapman & Hall.
- Bromham, L. (2008) *Reading the Story in DNA: A Beginner's Guide to Molecular Evolution*. Oxford Univ. Press.
- Brown, T.A. (2007) *Genomes 3*. Oxford. (Versió en castellà: *Genomas*. Editorial Médica Panamericana).
- Clark, M. (2000) *Comparative Genomics*. Kluwer Academic Publishers
- Felsenstein, J. (2003) *Inferring Phylogenies*, 2nd ed. Sinauer.
- Gregory, T.R. (2005) *The evolution of the genome*. Elsevier.
- Hall, B.G. (2007) *Phylogenetic trees made easy: A how-to manual*, 3rd Ed. Sinauer.
- Higgs, P.G. and Attwood, T.K. (2005) *Bioinformatics and Molecular Evolution*, Wiley-Blackwell.
- Kimura, M. (1983) *The neutral theory of molecular evolution*. Cambridge Univ. Press. Reedición 2008.
- Lane, N. (2009) *Life Ascending. The Ten Great Inventions of Evolution*. Profile Books, Londres. Versió en castellà: *Los diez grandes inventos de la evolución* (Ariel, Barcelona, 2009).



- Luisi, P.L. (2006) The Emergence of Life. From Chemical Origins to Synthetic Biology. Cambridge University Press, Cambridge.
- Oparin, A.I., Haldane, J.B.S. (2007) Lorigen de la vida. Publicacions de la Universitat de València.
- Patthy, L. (2007) Protein Evolution, 2nd Ed. Blackwell Science
- Yarus, M. (2010) Life from an RNA World. The Ancestor Within. Harvard University Press, Cambridge.

## ADENDA COVID-19

**Esta adenda solo se activará si la situación sanitaria lo requiere y previo acuerdo del Consejo de Gobierno**

### 1. Contenidos

Se mantienen los contenidos inicialmente recogidos en la guía docente 2020-21.

### 2. Volumen de trabajo y planificación temporal de la docencia

Se mantiene el volumen de trabajo inicialmente recogido en la guía docente 2020-21.

### 3. Metodología docente

El punto de inicio dado el número de estudiantes y las aulas disponibles es de plena presencialidad en las actividades. Sin embargo, ante la posibilidad de que la evolución de la situación derivada de la COVID-19 obligue a una reducción de la presencialidad, se tomarán las siguientes medidas:

1) Las actividades presenciales en aula se sustituirían en función de las herramientas tecnológicas disponibles en el aula en el momento de desarrollo del curso, por las siguientes metodologías:

-Videoconferencia síncrona

-Presentaciones Powerpoint locutadas en Aula Virtual

-Propuestas de actividades de resolución de Cuestionarios de Aula Virtual y entrega de tareas y cuestiones por Aula Virtual

-Exposición de seminarios por parte de los estudiantes empleando videoconferencia síncrona o Powerpoint locutados

2) Para tutorías y dudas se utilizarían las siguientes metodologías:

-Chats síncronos en Aula Virtual

-Foros asíncronos en Aula Virtual

-Comunicación directa profesor-estudiante a través del correo institucional





#### 4. Evaluación

En caso de reducción de la presencialidad, no se alterarán las proporciones establecidas para cada una de las partes de las que consta la asignatura, ya que la parte de evaluación continua constituye ya un 40% de la nota final (seminarios de los estudiantes y participación con cuestiones y tareas).

En caso de que los exámenes no pudieran ser presenciales, se realizarían 'on line' en Aula Virtual, en la fecha oficial del examen, mediante las herramientas disponibles: cuestionario sustituyendo al examen presencial tipo test, y tarea sustituyendo al examen tipo cuestiones.

Si por causas técnicas, algún estudiante no pudiera realizar el examen online, deberá comunicarlo al profesor por correo electrónico con la suficiente antelación. Tanto en este caso como si se da la situación de que durante la realización del examen no se pudiera completar el mismo por fallos técnicos, se realizará una prueba alternativa de tipo ORAL.

Los detalles concretos de la adaptación a las situaciones que se pudieran producir se supervisarán por la CAT y se comunicarán a los estudiantes a través de Aula Virtual