

Licenciatura en Ciencias Biológicas  
Facultad de Ciencias – Universidad de la República

## CURSO DE EVOLUCION SEGUNDO SEMESTRE 2024

<b>Profesor Titular (responsable):</b> Dr. Enrique P. Lessa <a href="mailto:lessa@fcien.edu.uy">lessa@fcien.edu.uy</a>	<b>Materiales:</b> <a href="https://eva.fcien.udelar.edu.uy/course/view.php?id=1409">https://eva.fcien.udelar.edu.uy/course/view.php?id=1409</a>
<b>Profesor Adjunto</b> Dr. Alejandro D'Anatro <a href="mailto:passer@fcien.edu.uy">passer@fcien.edu.uy</a>	<a href="https://www.youtube.com/@CursoEvolucion">https://www.youtube.com/@CursoEvolucion</a>
<b>Asistente:</b> Dr. Andrés Parada <a href="mailto:aparada@fcien.edu.uy">aparada@fcien.edu.uy</a>	<b>Horario del teórico:</b> Lunes y Miércoles de 8:30 a 10:30 AM
<b>Ayudantes:</b>	<b>Horario de de los prácticos:</b> Viernes 09:00-11:00, 11:00-13:00, 13:00-15:00, y 18:00-20:00 hs
<b>Correo del curso:</b> <a href="mailto:evolucion@fcien.edu.uy">evolucion@fcien.edu.uy</a>	<b>Carga horaria:</b> 6 horas semanales

### Frecuencia y semestre de la formación al que pertenece (\*):

Anual / Semestre par

### Créditos asignados:

Biología, Bioquímica, Estadística, Matemática: 12

Biología Humana: 14

**Requisitos previos:** 90 créditos.

### Ejemplos de unidades curriculares que aportan dichos conocimientos:

Genética, Matemática, Estadística, Bioestadística, Bioquímica.

**Conocimientos adicionales sugeridos:** inglés, informática.

### Objetivos de la unidad curricular:

Herramientas, conceptos y habilidades que se pretende desarrollar:

- Presentar una visión general actualizada de la teoría de la evolución, con énfasis en los mecanismos de la evolución.
- Discutir las relaciones entre los procesos evolutivos a diferentes niveles de organización biológica.
- Evaluar críticamente los avances en el conocimiento de los mecanismos de la evolución.
- Presentar las principales herramientas conceptuales, experimentales y analíticas para el estudio de la evolución biológica.

- Los estudiantes de evolución obtendrán conocimientos específicos sobre análisis filogenético, genética de poblaciones, evolución molecular, especiación, biogeografía y evolución humana, entre otros.

### Temario sintético:

- Introducción, historia y análisis filogenético
- Microevolución
- Evolución molecular
- Especiación
- Dimensiones de la evolución

## Evaluación

### Requisitos para la aprobación del curso (derecho a examen):

- Asistir a no menos de 9 de las 12 sesiones de trabajos prácticos.
- Responder satisfactoriamente no menos de 9 de los 12 cuestionarios sobre las lecturas del curso (que se realizan en los grupos de prácticos).
- Obtener un mínimo de **40 puntos en total** entre los tres parciales (parcial 1: máximo 30 puntos, parcial 2: máximo 35 puntos; parcial 3: máximo 35 puntos).

### Requisitos para la exoneración del examen:

- Cumplir con los requisitos para la aprobación del curso.
- Obtener un mínimo de **65 puntos en total** entre los tres parciales, obteniendo un mínimo de **30% de los puntos en cada parcial**. La nota mínima de exoneración es 6.

### Si se aprueba el curso y no exonera el examen:

- Se debe rendir un examen escrito de desarrollo sobre toda la temática del curso.
- Los egresados de carreras terciarias de al menos cuatro años de duración pueden optar por realizar un trabajo especial, a convenir con el docente responsable del curso, en lugar del examen.

Cada control de lectura será evaluado como: 0 (perdido), 1 (ganado) y 2 (muy bien). Quien obtenga al menos 18 puntos en los controles de lectura, será beneficiado con un punto extra en la nota de aprobación del examen o exoneración del mismo. Este beneficio vale para los primeros períodos de examen (diciembre y febrero/marzo) y se aplica únicamente para quienes aprueben el mismo.

## Programa

### Introducción, historia y fundamentos

1. Historia de las ideas evolucionistas. Lamarck. Darwin. Mutacionismo. Seleccionismo y neutralismo. Teoría sintética. Tendencias actuales en evolución.
2. Las filogenias como contexto de análisis de la evolución. Aplicaciones del análisis filogenético. Análisis filogenético según el principio de parsimonia. Métodos basados en distancias y en modelos de evolución molecular. Métodos filogenéticos comparados. Procesos de diversificación.

### [PRIMER PARCIAL]

### Microevolución

3. Introducción a la microevolución. Variación genética. Equilibrio Hardy-Weinberg y factores que producen desviaciones del mismo. Endocría.
4. Deriva genética. Mutación. Equilibrios entre mutación y deriva. El coalescente.
5. Selección natural. Principales tipos de selección sobre caracteres mendelianos sencillos y sobre caracteres continuos. Interacciones entre deriva y selección.
6. Selección sexual. Concepto de ajuste darwiniano inclusivo. Evolución de sistemas sociales.

7. Variación geográfica. Estructura poblacional y flujo génico. Estadísticos  $F$  y su interpretación. Equilibrio entre deriva y flujo génico.

### **Evolución molecular**

8. Evolución molecular. Tasas y patrones de evolución a nivel proteico y nucleotídico. Relojes moleculares. Neutralidad, selección fuerte y variación cuasi neutral. Análisis de la selección a nivel molecular.
9. La evolución a nivel genómico. Evolución de familias multigénicas. Organización y evolución del genoma.

[SEGUNDO PARCIAL]

### **Especiación**

10. Concepto biológico de especie. Dificultades, críticas y alternativas: conceptos genealógicos, de reconocimiento, y de cohesión.
11. La teoría sintética y la especiación: los aportes de Mayr y Dobzhansky. Mecanismos de aislamiento y reconocimiento específico. Evolución de los mecanismos de aislamiento y la hipótesis del reforzamiento.
12. Especiación instantánea. Especiación gradual. Modelos espaciales y temporales de especiación. Especiación alopátrida clásica y peripátrida. Efecto fundador. Especiación alocrónica. Especiación parapátrida. Especiación simpátrida.
13. Ecología y genómica de la especiación. Hibridación, introgresión, y evolución.

### **Dimensiones de la evolución**

14. Macroevolución: el estudio de la evolución por encima del nivel de especies.
15. Biogeografía.
16. Desarrollo ontogenético y evolución.
17. Evolución humana: panorámica paleontológica, geográfica y genómica.

[TERCER PARCIAL]

### **Libros de texto**

Futuyma, D. J. 2013. Evolution. 3ª edición, Sinauer Assoc., Sunderland, Mass. (Recomendamos este libro u otras ediciones más recientes)

Ridley, M. 2004. Evolution. 3ª edición, Wiley – Blackwell, Hoboken, Nueva Jersey.

## Materiales de estudio

El material del curso, incluyendo archivos en pdf de la mayoría de las lecturas (obligatorias y optativas), del librito de prácticos, de las presentaciones de todas las clases teóricas, y de la guía de estudios de genética de poblaciones, estarán disponibles a través del sistema EVA de la Udelar (<https://eva.fcien.udelar.edu.uy/>). Todos los estudiantes deben registrarse en el sistema EVA (Evolución 2024, contraseña: EVO2024) para recibir avisos y participar de los foros de discusión de sus grupos de prácticos. Una colección de clases compactas (60 min) grabadas del año 2020 está disponible en <https://www.youtube.com/c/CursoEvolución>. Ninguno de estos materiales sustituye el material cubierto en las clases teóricas y prácticas, que se actualizan año a año.

## Grupos de actividades prácticas y discusión

### Finalidad y organización

Se ha adoptado un sistema **estable** de grupos (**no** se admitirán cambios sin la debida autorización docente), cada uno de los cuales trabajará con un docente responsable. Los grupos llevarán a cabo las actividades prácticas y servirán para discutir las dudas e inquietudes que surjan a lo largo del curso. Las preguntas sobre las lecturas del curso se llevarán a cabo en los 10 primeros minutos de cada clase práctica (ver calendario de lecturas). Las actividades prácticas se llevarán a cabo en las salas de computadoras reservadas a tales efectos.

### Calendario de actividades prácticas y pruebas parciales:

Los prácticos comienzan el 16 de agosto.

#### Fecha Práctico/parcial

16-ago	Práctico 1: análisis filogenético
23-ago	Práctico 2: métodos comparativos filogenéticos
30-ago	Práctico 3: procesos de diversificación
6-set	Práctico: preparación de primer parcial
9-set	Primer parcial
13-set	Práctico 4: deriva genética
20-set	asuetto universitario
27-set	Práctico 5: selección natural y sexual
4-oct	Práctico 6: estructura poblacional y flujo génico
11-oct	Práctico 7: selección natural a nivel molecular
18-oct	Práctico 8: patrones de evolución molecular
25-oct	Práctico 9: evolución en familias multigénicas
28-oct	Segundo parcial
1-nov	Práctico 10: genómica comparada
8-nov	Práctico 11: biogeografía
15-nov	Práctico 12: adaptación
20-nov	Tercer parcial

## Lecturas obligatorias con control en el práctico

16 ago - *Práctico 1: Análisis filogenético*

**Cohen**, I. B. 1985. The darwinian revolution. Traducido.

**Lessa**, E. P. 2010. Estado actual de la teoría de la evolución.

23 ago - *Práctico 2: Métodos filogenéticos comparativos*

**Natarajan**, Chandrasekhar, et al. "Predictable convergence in hemoglobin function has unpredictable molecular underpinnings." *Science* 354.6310 (2016): 336-339.

**Felsenstein**, J. "Phylogenies and the comparative method." *The American Naturalist* 125.1 (1985): 1-15.

30 ago - *Práctico 3: Procesos de diversificación*

**Harmon**, L.J., Schulte, J.A., Larson, A. and Losos, J.B., 2003. Tempo and mode of evolutionary radiation in iguanian lizards. *Science*, 301(5635), pp.961-964.

**McGuire**, J.A., Witt, C.C., Remsen, J.V., Corl, A., Rabosky, D.L., Altshuler, D.L. and Dudley, R., 2014. Molecular phylogenetics and the diversification of hummingbirds. *Current Biology*, 24(8), pp.910-916.

6 set - *Práctico: preparación de primer parcial*

13 set - *Práctico 4: Deriva genética*

**Lessa**, E. P. 2024. Guía de genética de poblaciones: 3. Deriva genética y heterocigosidad.

**Lessa**, E. P. 2024. Guía de genética de poblaciones: 4. Tamaño efectivo, deriva y mutación. Lectura complementaria, opcional, no va al control de lectura.

27 set - *Práctico 5: Selección natural y sexual*

**Barrett**, R.D., Laurent, S., Mallarino, R., Pfeifer, S.P., Xu, C.C., Foll, M., Wakamatsu, K., Duke-Cohan, J.S., Jensen, J.D. and Hoekstra, H.E., 2019. Linking a mutation to survival in wild mice. *Science*, 363(6426), pp.499-504.

**Stroud**, J.T., Moore, M.P., Langerhans, R.B. and Losos, J.B., 2023. Fluctuating selection maintains distinct species phenotypes in an ecological community in the wild. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120(42), p.e2222071120.

4 oct - *Práctico 6: Estructura poblacional*

**Novembre**, J., Johnson, T., Bryc, K., Kutalik, Z., Boyko, A.R., Auton, A., Indap, A., King, K.S., Bergmann, S., Nelson, M.R. and Stephens, M., 2008. Genes mirror geography within Europe. *Nature*, 456(7218), pp.98-101.

**Thompson**, N.F., Anderson, E.C., Clemente, A.J., Campbell, M.A., Pearse, D.E., Hearsey, J.W., Kinziger, A.P. and Garza, J.C., 2020. A complex phenotype in salmon controlled by a simple change in migratory timing. *Science*, 370(6516), pp.609-613.

11 oct - *Práctico 7: Selección natural: análisis a nivel molecular*

**McDonald**, J.H. and Kreitman, M., 1991. Adaptive protein evolution at the Adh locus in *Drosophila*. *Nature*, 351(6328), pp.652-654.

**Gerbault**, P., Moret, C., Currat, M. and Sanchez-Mazas, A., 2009. Impact of selection and demography on the diffusion of lactase persistence. *PloS one*, 4(7), p.e6369.

18 oct - *Práctico 8: Evolución molecular*

**Alvarez-Valín**, F. 2000. Evolución molecular: neutralismo y seleccionismo.

25 oct - *Práctico 9: Familias multigénicas*

**Hoffmann**, F.G., Opazo, J.C., Hoogewijs, D., Hankeln, T., Ebner, B., Vinogradov, S.N., Bailly, X. and Storz, J.F., 2012. Evolution of the globin gene family in deuterostomes: lineage-specific patterns of diversification and attrition. *Molecular biology and evolution*, 29(7), pp.1735-1745.

1 nov - *Práctico 10: Genómica comparada*

**Redmond**, A.K., Casey, D., Gundappa, M.K., Macqueen, D.J. and McLysaght, A., 2023. Independent rediploidization masks shared whole genome duplication in the sturgeon-paddlefish ancestor. *Nature Communications*, 14(1), p.2879.

8 nov - *Práctico 11: Biogeografía*

**Stevens**, R.D., 2006. Historical processes enhance patterns of diversity along latitudinal gradients. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273(1599), pp.2283-2289.

**Marcondes**, R.S., Nations, J.A., Seeholzer, G.F. and Brumfield, R.T., 2021. Rethinking Gloger's rule: climate, light environments, and color in a large family of tropical birds (Furnariidae). *The American Naturalist*, 197(5), pp.592-606.

15 nov - *Práctico 12: Adaptación*

**Gould** S. J., and Lewontin R. C. 1979. The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptationist programme. *Proc. R. Soc. Lond. B.*: 205581–598. Traducido.

**Mayr**, E., 1983. How to carry out the adaptationist program?. *The American Naturalist*, 121(3), pp.324-334. Traducido.