



# FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

## PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

### PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS MENCIÓN ECOLOGÍA

CURSO	: LA LUCHA POR LA EXISTENCIA A TRAVÉS DEL TIEMPO Y EL ESPACIO
TRADUCCION	: THE STRUGGLE FOR EXISTENCE THROUGH TIME AND SPACE
SIGLA	: BIO4321
CREDITOS	: 40 UC / 24 SCT
MODULOS	: 12
CARÁCTER	: Mínimo
TIPO	: Cátedra y Taller
CALIFICACIÓN	: Estándar

#### I. DESCRIPCIÓN

Este curso pretende desarrollar en los/las estudiantes, tanto la capacidad de distinguir los cuerpos teóricos utilizados para comprender los niveles de organización ecológica, como la capacidad de inferir a partir de modelos explicativos las consecuencias de diferentes procesos evolutivos y ecológicos en los cambios de la biodiversidad y el funcionamiento de los sistemas naturales. Se espera que, a través del análisis de diferentes tipos de evidencia, actividades prácticas y experimentales, los/las estudiantes identifiquen hipótesis explicativas y además sean capaces de reconocer los elementos teóricos relevantes para solucionar problemas ambientales específicos.

#### II. OBJETIVOS

1. Aplicar modelos evolutivos y ecológicos que permiten explicar y predecir cambios en la biodiversidad y funcionamiento de los sistemas naturales.
2. Identificar hipótesis coherentes con los antecedentes disponibles que permiten explicar fenómenos biológicos, reconociendo predicciones susceptibles de ser evaluadas.
3. Distinguir en función de un problema ambiental particular los elementos teóricos disponibles para su resolución analizando críticamente las diferentes fuentes de evidencia.

4. Aplicar criterios de calidad pertinentes para argumentar debilidades y fortalezas de los diferentes estudios en el área de la ecología y evolución.
5. Elaborar discursos científicos orales y escritos para comunicar los resultados y conclusiones de los trabajos realizados en el curso.

### III. COMPETENCIAS

- Integrar cuerpos teóricos de la ecología y la evolución con la evidencia empírica para explicar cambios en la biodiversidad y el funcionamiento de los sistemas naturales (EcoEvo 1.1, 1.2 y 1.3).
- Plantear soluciones a problemas ambientales aplicando principios y conceptos ecológicos y evolutivos para contribuir al conocimiento y sustentabilidad de los sistemas naturales (EcoEvo 2.1, 2.2).
- Plantear una pregunta novedosa y soluciones tentativas en el área de las Ciencias Biológicas para contribuir al conocimiento científico (Investigación 1.1, 1.2, 1.3, 1.4).
- Aplicar criterios de calidad en las distintas etapas y procesos de la investigación en Ciencias Biológicas que realiza (Investigación 4.2).
- Elaborar discursos científicos, orales o escritos, para dar a conocer la problemática, los procedimientos, resultados e implicancias de las investigaciones desarrolladas (Comunicación 1.1, 1.2 y 1.3).
- Debatir conforme a formatos preestablecidos los argumentos técnicos y disciplinares, los procedimientos, resultados y conclusiones de investigaciones para deshacer analíticamente el fenómeno científico abordado (Comunicación 2.1, 2.2 y 2.3).
- Actuar de manera íntegra, veraz y responsable en la formulación, ejecución y difusión de su investigación y la de otros para asegurar la objetividad y valor científico de sus resultados y conclusiones (Ética 1.1,).

### IV. CONTENIDOS

#### 1. Fuerzas evolutivas y fuentes de variación

Historia de la teoría evolutiva y ecológica

Teorías unificadoras en ecología y evolución

Contingencia y determinismo

Selección, adaptación y plasticidad

Genética cuantitativa y teoría de historia de vida

Evolución molecular, teoría neutral y reloj molecular

Micro versus macro-evolución

*Datos genéticos y fenotípicos para inferir la acción de fuerzas evolutivas*

*Controversias en evolución*

*Reconstrucción filogenética e inferencia de procesos históricos*

#### 2. Especiación y diversidad

Conceptos de especie

Flujo y recombinación génica

Barreras pre versus post-zigóticas

Biogeografía

*Datos genéticos y fenotípicos para inferir la acción de fuerzas evolutivas: Tipos de información y Procedimientos de análisis.*

### **3. Nicho ecológico y función**

Desarrollo del concepto de nicho y ecología funcional

Niveles de organización y diversidad funcional

Nicho realizado versus nicho fundamental

Tolerancia, climas y distribución geográfica

Modelos mecanicistas de nicho

*Datos sobre tolerancia y distribución geográfica: tipos de información y procedimiento de análisis*

### **4. Dinámica de los sistemas ecológicos en el espacio y el tiempo**

Grandes hitos en la ecología de poblaciones y comunidades

Interacciones ecológicas y especies clave

Poblaciones y comunidades

Lotka-Volterra y teoría de redes

Sistemas complejos, complejidad y estabilidad

Contingencia histórica y la relación multi-temporal entre sistemas ecológicos y cambio climático

*Modelamiento de dinámica de poblaciones*

*Experimentos en Ecología de Comunidades*

*Modelamiento de nicho y planificación de áreas protegidas*

### **5. Ecosistemas y cambio global**

Transferencia de materia, energía e información

Distribución, abundancia y leyes de escalamiento

Ciclos biogeoquímicos y estequiometría

Macroecología y ecología de ecosistemas

Biodiversidad y funciones eco-sistémicas

Cambio global

*Problemas ambientales y diseños de estrategias de solución*

*Sistemas ecológicos y cambio global*

## **V. METODOLOGÍA**

A través de clases lectivas y discusiones grupales, los estudiantes tendrán oportunidades para analizar artículos científicos, que les permita integrar los diferentes cuerpos teóricos de la ecología y la evolución con los cambios de la biodiversidad y los sistemas naturales. Se implementarán

talleres de trabajo práctico donde los estudiantes analizarán datos empíricos, aplicarán modelos ecológicos y evolutivos, identificarán hipótesis y utilizarán herramientas metodológicas. Además, durante el desarrollo del curso los estudiantes tendrán experiencias en terreno, donde podrán aplicar las habilidades y razonamiento involucrado en la observación de fenómenos ecológicos e inferencia de fuerzas evolutivas. Se enfatizará la formación relacionada con las competencias de comunicación oral y escrita a través de presentaciones orales y escritura de mini-ensayos.

## VI. EVALUACIÓN

El curso contempla evaluaciones formativas para monitorear y dar retroalimentación individual o colectiva a los estudiantes. Las evaluaciones sumativas, se realizarán de acuerdo a lo siguiente:

- Discusión de artículos científicos (objetivos 1, 3 y 5)
- Ensayos (objetivos 1, 2, 3, 4 y 5)
- Informes y presentaciones orales de actividades prácticas (objetivos 2, 3 y 5)
- Análisis de datos y programación de scripts en R (objetivos 1 y 2)

## VII. BIBLIOGRAFÍA

### • OBLIGATORIA

#### 1. Fuerzas evolutivas y fuentes de variación

- Darwin, C. R. & Wallace, A. R. (1858) On the tendency of species to form varieties; and on the perpetuation of varieties and species by natural means of selection. Zool. J. Linn. Soc. 3, 45–62.
- Darwin, C. (1859) On the origin of species.
- Mendel, G. (1865) Experiments in plant hybridization.
- Dobzhansky, T. (1951) Genetics and the origin of species. Oxford & IBH Publishing Co.
- Kimura, M. (1968) Evolutionary rate at the molecular level. Nature 217, 624–626.
- Stearns, S. C. (1976) Life-history tactics: a review of the ideas. Q. Rev. Biol. 51, 3–47.
- Provine, W.B. (1971) On the origin of theoretical population genetics. University Chicago Press.
- Futuyma, D. (2005) Evolution. Sinauer.
- Grant, P. & Grant R. (2014) 40 years of Evolution. Princeton University Press.

#### 2. Especiación y diversidad

- Brown, J.H. & M.V. Lomolino (1998) Biogeography, 2nd edition.
- Hutchinson, G. E. (1959) Homage to Santa Rosalia or Why are there so many kinds of animals? Am. Nat. 93, 145–159.
- Nosil, P (2008) Ernst Mayr and the integration of geographic and ecological factors in speciation. Biol. J. Linn. Soc. 95: 26-46.
- Stroud, J.T. & Losos, J.B. (2016) Ecological Opportunity and Adaptive Radiation. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst. 2016. 47:507–32.

#### 3. Nicho ecológico y función

- Hardin, G. (1960) The competitive exclusion principle. Science 131, 1292–1297.

- Whittaker, R.H., Levin, S.A. & Root, R.B. (1973) Niche, habitat, and ecotope. *Am. Nat.* 107: 321-338.
- Kearney M. & Porter, W. (2009) Mechanistic niche modelling: combining physiological and spatial data to predict species' ranges. *Ecol. Lett.* 12: 334-350.
- Hubbell, S.P. (2005) Neutral theory in community ecology and the hypothesis of functional equivalence. *Funct. Ecol.* 19: 166-172.

#### **4. Dinámica de los sistemas ecológicos en el espacio y el tiempo**

- Levin, S. A. (1992) The problem of pattern and scale in ecology: the Robert H. MacArthur Award lecture. *Ecology* 73, 1943–1967.
- Hairston, N. G., Smith, F. & Slobodkin, L. (1960) Community structure, population control, and competition. *Am. Nat.* 94, 421–425.
- Paine, R. T. (1966) Food web complexity and species diversity. *Am. Nat.* 100, 65–75.
- Begon M, Townsend CR, Harper JL (2005) *Ecology: from individuals to ecosystems*. Wiley-Blackwell eds.
- Royama T, (1992) *Analytical Population Dynamics*. Chapman and Hall.
- Pulliam, D. W. (1988) Sources, sinks, and population regulation. *Am. Nat.* 132, 652–661.
- Hutchinson, G. E. The paradox of the plankton. *Am. Nat.* 95, 137–145 (1961).
- MacArthur, R. H. & Wilson, E. O. An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution* 17, 373–387 (1963).
- Williams, J.W., Jackson, S.T. (2007) Novel climates, no-analog communities, and ecological surprises. *Frontiers Ecol Env* 5:475–482.
- Jackson, S.T., Betancourt, J.L., Booth, R.K., Gray, S.T. (2009) Ecology and the ratchet of events: Climate variability, niche dimensions, and species distributions. *PNAS* 106: 19685–19692.

#### **5. Transferencia de materia, energía e información**

- Ginzburg, L. R. & Jensen, C. X. J. (2004) Rules of thumb for judging ecological theories. *Trends Ecol. Evol.* 19, 121–126.
- Lawton, J. H. (1999) Are there general laws in ecology? *Oikos* 84, 177–192.
- Brown, J. H. (1995). *Macroecology*. University of Chicago Press.
- Schlesinger & Bernhardt (2013) *Biogeochemistry: An analysis of Global Change*, 2<sup>nd</sup> edition.
- Chapin, F. S. "III, Matson PA, Mooney H A. (2002) *Principles of terrestrial ecosystem ecology*. Springer-Verlag.

#### **• COMPLEMENTARIA**

- Begon M, Townsend CR, Harper JL (2005) *Ecology: from individuals to ecosystems*. Wiley-Blackwell eds.
- Bulmer M 1994. *Theoretical evolutionary ecology*. Sinauer Associates, Inc.
- Hutchinson, G. E. Concluding remarks. *Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol.* 22, 415–427 (1957).
- Hanski, I. Metapopulation dynamics. *Nature* 396, 41–49 (1998).
- May, R. M. Thresholds and breakpoints in ecosystems with a multiplicity of stable states. *Nature* 260, 471–477 (1977).
- Stenseth, N. C. Population regulation in snowshoe hare and Canadian lynx: asymmetric food web configurations between hare and lynx. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 94, 5147–5152 (1997).
- Anderson, R. M & May, R. M. Regulation and stability of host–parasite population interactions. *J. Anim. Ecol.* 47, 219–247 (1978).

- MacArthur, R. Fluctuations of animal populations and a measure of community stability. *Ecology* 36, 533–536 (1955).
- Vitousek, P. M. Beyond global warming: ecology and global change. *Ecology* 75, 1861–1876 (1994).
- Connell, J. H. Effects of competition, predation by *Thais lapillus*, and other factors on natural populations of the barnacle *Balanus balanoides*. *Ecol. Monogr.* 31, 61–104 (1961).
- Holt, R. D. Predation, apparent competition, and the structure of prey communities. *Theor. Popul. Biol.* 12, 197–229 (1977).
- Anderson, R. M. & May, R. M. Population biology of infectious diseases: part I. *Nature* 280, 361–367 (1979).
- Clements, F. E. Nature and structure of the climax. *J. Ecol.* 24, 252–284 (1936).
- Pulliam, D. W. Sources, sinks, and population regulation. *Am. Nat.* 132, 652–661 (1988).
- Lindeman, R. L. The trophic-dynamic aspect of ecology. *Ecology* 23, 399–418 (1942).
- May, R. M. Simple mathematical models with very complicated dynamics. *Nature* 261, 459–467 (1976).
- Paine, R. T. Food webs: linkage, interaction strength and community infrastructure. *J. Anim. Ecol.* 49, 666–685 (1980)
- Ricklefs R, Relyea R, Richter C (2014) *Ecology: the economy of nature*. W. H. Freeman; 7 edition.
- Real LA, Brown JH (1991) *Foundations of ecology*. Avise, 2000.
- Avise, 2000. *Phylogeography. The history and formation of species*. Harvard
- Coyne, J.A. & Orr, H. Allen. 2004. *Speciation*. Sinauer.
- DeWitt TJ & SM Scheiner 2004. *Phenotypic plasticity. Functional and conceptual approaches*. Oxford University Press
- Falconer DS & TFC MacKay 1996. *Introduction to quantitative genetics*. Pearson Hall.
- Fox CW, DA Roff & DJ Fairbairn 2001. *Evolutionary Ecology. Concepts and case studies*. Oxford University Press
- Harvey PH & MD Pagel 1991. *The comparative method in evolutionary biology and ecology*. Oxford University Press
- Lemey, P; M. Salemy & AM Vandamme. 2010. *The phylogenetic handbook: a practical approach to phylogenetic analysis and hypothesis testing*. Cambridge.
- Mayhew, J. P 2006. *Discovering Evolutionary Ecology: Bringing Together Ecology and Evolution*, Oxford Biology
- McNeill Alexander R. 1999. *Energy for animal life*. Oxford University Press
- Nei, M. & S Kumar. 2000. *Molecular evolution and phylogenetics*. Oxford.
- Page, RDM & EC Holmes. 1998. *Molecular Evolution: a Phylogenetic Approach*. Blackwell.
- Pigliucci M & K Preston 2004. *Phenotypic integration. Studying the ecology and evolution of complex phenotypes*. Oxford University Press
- Ridley 2009. *Evolution*. John Wiley & Sons.
- Slater PJB & TR Halliday 1994. *Behavior and evolution*. Cambridge University Press
- Spicer JI & KJ Gaston 1999. *Physiological diversity and its ecological implications*. Blackwell Science.
- Stearns SC 1992. *The evolution of life histories*. Oxford University Press
- Bascompte, J., & Jordano, P. (2013). *Mutualistic networks*. Princeton University Press.

- Sibly, R. M., Brown, J. H., & Kodric-Brown, A. (Eds.). (2012). *Metabolic ecology: a scaling approach*. John Wiley & Sons.
- Harte, J. (2011). *Maximum entropy and ecology: a theory of abundance, distribution, and energetics*. Oxford University Press.
- Wardle D., 2012. *Communities and Ecosystems: Linking the Aboveground and Belowground Components*. Princeton Monographs.
- Garnier E, Navas ML, Grigulis K. 2015. *Functional Diversity: Organism Traits, Community Structure, and Ecosystem Properties*. Oxford University Press.