

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO**

**Programa: Introducción a la Taxonomía**

Profesora Titular: Dra. Analía A. Lanteri  
Profesora Adjunta: María Marta Cigliano

**1 - Contenidos de la materia.**

Los contenidos de la materia han sido agrupados en once unidades temáticas.

**I. Ciencias de la diversidad: generalidades.**

Taxonomía, sistemática y biología comparada. Nomenclatura biológica. Determinación y clasificación. Objetivos e importancia de las clasificaciones biológicas. Clasificaciones naturales y artificiales, ejemplos referidos a taxa de rango superior. Conceptos de taxon y categoría. Jerarquía linneana, estructura, ventajas y limitaciones. Categorías taxonómicas en Zoología y Botánica. Dificultadas para la asignación de categorías (“ranking”).

**II. Desarrollo histórico de las ideas taxonómicas.**

Principales aportes de Aristóteles a la clasificación biológica. Los estudios taxonómicos desde la Edad Media hasta el siglo XVIII. Los aportes de Linneo y otros taxónomos destacados de los siglos XVIII y XIX. Desarrollo postdarwiniano de la taxonomía. Filosofía de la ciencia y escuelas taxonómicas del siglo XX. Feneticismo, taxonomía evolutiva y cladística: principios, metodología e impacto. Estado actual de la teoría taxonómica. Importancia de los avances de la biología molecular y los programas computarizados para el análisis de datos.

**III. Pasos de un estudio taxonómico.**

Planteo de problemas taxonómicos y objetivos del plan de investigación. Obtención y selección del material de estudio. Análisis de los organismos y sus atributos. Registro de caracteres. Procesamiento de datos. Análisis de resultados. Implicaciones sobre la clasificación, nomenclatura, filogenia, evolución, biogeografía y ecología del grupo en estudio. Preparación de manuscritos: descripciones de taxa, sinonimias, ilustraciones, citación del material estudiado, claves dicotómicas. Literatura taxonómica: revisiones, catálogos y checklists, guías de campo, libros de texto, revistas especializadas, índices y compilaciones de resúmenes. Colecciones taxonómicas: recolección y preservación de especímenes, etiquetado y catalogación, préstamos e intercambios, objetivo y valor

de las colecciones científicas.

#### **IV. Fuentes de datos de la taxonomía.**

Conceptos de carácter taxonómico y estado. Caracteres discretos y continuos. Tipos de caracteres: morfológicos exosomáticos y anatómicos, embriológicos, histológicos, citológicos, de estructuras especiales (e.g., polen, genitalia de insectos), cromosómicos, bioquímicos, moleculares, fisiológicos, etológicos, ecológicos y geográficos. Uso del microscopio electrónico para la observación de ultraestructuras.

Técnicas para la obtención de caracteres cromosómicos y moleculares. Técnicas de preservación del material de estudio. Citogenética: preparados cromosómicos, técnicas de bandedo y de hibridación "in situ". Registro de caracteres cromosómicos. Estudio de proteínas: técnicas inmunológicas y electroforesis de alozimas. Aplicaciones y limitaciones. Registro de datos proteicos: distancias inmunológicas y frecuencias alélicas. Estudio de ácidos nucleicos. Importancia de las endonucleasas de restricción y la técnica de PCR (reacción en cadena de la polimerasa). "Primers" y sondas de ácidos nucleicos. Análisis de genes anónimos por la técnica de RAPD (análisis al azar de polimorfismos del ADN). Análisis de sitios de restricción, técnica de RFLP (análisis de polimorfismos para la longitud de fragmentos de restricción). Secuenciación de ADN, método de Sanger. Aplicaciones en estudios de micro y macrotaxonomía.

#### **V. Especie y variación infraespecífica.**

Status ontológico de la especie, concepciones nominalista y realista. Aspectos críticos de las definiciones de especie. Conceptos morfológico, biológico, agámico, evolutivo, autapomórfico, filogenético y paleontológico. Especies sinmórficas (= gemelas) y alomórficas. Categorías infraespecíficas: subespecies, variedades, razas, clinos, formas poliploides. Rassenkreis y superespecies (= "species complex"). Especies politípicas y polimórficas. Variación intrapoblacional sin significado taxonómico: variación individual (con la edad, estacional), social, ecológica (de hábitat, determinada por el huésped, alométrica, neurogénica, dependiente de la densidad), traumática (inducida por parásitos, accidental, teratológica), variación asociada al sexo (diferencias sexuales primarias y secundarias, alternancia de generaciones, ginandromorfos e intersexos).

#### **VI. Microtaxonomía: demarcación de las especies.**

Dificultades para el reconocimiento de las especies. Metodologías empleadas para la demarcación de especies y análisis de la variación infraespecífica. Análisis univariado de caracteres continuos (morfometría). Estadísticos descriptivos: rango, media, varianza y desviación standard. Estadísticos inferenciales: error standard y límites de confianza. Test de significancia estadística (t-de Student, ANOVA). Análisis multivariado: Análisis de componentes principales (ACP) y de coordenadas principales. Su uso para la identificación de híbridos. Registro de datos morfométricos. Cálculo de coeficientes. Representación e interpretación de resultados.

Análisis de datos de distancia. Distancias inmunológicas, distancias genéticas y datos de frecuencias obtenidos a partir de estudios cromosómicos, hibridación de ADN, electroforesis de alozimas y técnica de RAPD. Morfometría geométrica. Distancias geométricas (= entre puntos o

“landmarks”). Matrices de distancia y su análisis por métodos de agrupamiento (UPGMA) y de Neighbor-Joining. Uso del programa NTSYS.

## **VII. Macrotaxonomía: principios y metodología de la Cladística.**

Axiomas de la cladística. Homología, sinapomorfia y homoplasia. Test de homología: morfológico y filogenético. Método hipotético-deductivo. Principio de simplicidad (“parsimonia”). Patrón vs. proceso (= la transformación de la cladística). Grupos monofiléticos, parafiléticos, polifiléticos.

Codificación de caracteres morfológicos (binarios, multiestados aditivos, multiestados no-aditivos). Datos faltantes. Tratamiento de polimorfismos. Series de transformación. Polaridad y enraizamiento. Determinación de la polaridad de los caracteres, criterios ontogenético y de comparación con el grupo externo.

Optimización de caracteres (de Farris, Fitch y generalizada). Búsqueda del árbol más corto: algoritmos exactos (búsqueda exhaustiva, “branch and bound”), algoritmos heurísticos o de prueba y error (árboles de Wagner, permutación de ramas: SPR, TBR). Evaluación de cladogramas: medidas de la homoplasia, índices de consistencia y retención. Pesado de caracteres y decisividad. Medidas de apoyo de grupos: “Bremer-support”, “bootstrapping”, “jackknifing”. Árboles de consenso. Programas comutarizados para el análisis cladístico.

Clasificaciones cladísticas. Convenciones de subordinación y secuenciación. Cladística y biogeografía histórica (obtención de cladogramas particulares y generales de áreas). Cladística y coevolución. Cladística y biología evolutiva, tests de hipótesis evolutivas, tests de hipótesis de adaptación, optimización y mapeo de caracteres.

## **VIII. Análisis filogenético de datos moleculares.**

Selección de los genes a estudiar. Genes ortólogos y parálogos. Exones, intrones y transposones. Genes codificantes, ADN repetitivo y altamente repetitivo. Genes de copia simple y de copias múltiples. ADN de los cloroplastos (ADNcp), mitocondrial (ADNmt) y ribosomal (ADNr), tasas mutacionales y su importancia con respecto al rango de los taxa en estudio. Mapas de restricción y obtención de árboles filogenéticos por parsimonia de Dollo. Análisis de secuencias de ADN. Datos informativos y no informativos, transiciones y transversiones, inserciones y deleciones. Alineación por métodos de similitud y simplicidad. Obtención de árboles filogenéticos por parsimonia y máxima verosimilitud (=“maximum likelihood”). Análisis combinado versus separado de distintos “sets” de datos: Evidencia total versus consenso. Ventajas y desventajas de cada estrategia.

## **IX. Mecanismos de la evolución orgánica.**

Desarrollo histórico de las ideas evolutivas. El pensamiento de los griegos. Transformismo y catastrofismo. El registro fósil y la edad de la tierra. Teorías evolutivas de Lamarck y Darwin. Mendelistas (= mutacionistas) y darwinistas (seleccionistas). Síntesis moderna de la evolución: procesos básicos. Bases genéticas de la evolución: mutaciones de punto, cambios cromosómicos numéricos (auto y aloploidía, aneuploidía) reorganizaciones cromosómicas (fisiones, fusiones,

duplicaciones, inversiones, translocaciones, deleciones). Importancia del crossing over y la reproducción sexual. Selección natural: definición, tipos (estabilizadora, direccional, disruptiva). Selección sexual y de grupo. Equilibrio de Hardy-Weinberg. Flujo génico, deriva génica y apareamiento aleatorio. Migración, hibridación e introgresión. Mecanismos de aislamiento reproductivo. Sistemas adaptativos complejos (mimetismo). Coevolución. Azar y teoría neutralista. Hipótesis del equilibrio puntuado. Hipótesis del gen egoísta. Cambio filético, cladogénesis, radiación adaptativa, evolución convergente, extinciones. Tipos de especiación: simpátrida, alopátrida, parapátrida, peripátrida y stasipátrida (= instantánea). Zonas de intergradación secundaria.

### **X. Nomenclatura biológica.**

Propósitos de la nomenclatura biológica. Códigos internacionales de nomenclatura zoológica y botánica: importancia, estructura, similitudes y diferencias. Alfabeto e idiomas. Principio de independencia. Nomenclatura binominal. Nomenclatura de los taxa supraespecíficos e intraespecíficos en Zoología y Botánica. Disponibilidad y validez de los nombres científicos. Autoría. Prioridad de publicación, sus limitaciones. Homonimia, homónimos primarios y secundarios. Sinonimia, sinónimos objetivos y subjetivos. Listas sinonímicas. Tautonimia, su tratamiento según los códigos de Zoología y Botánica. Formación y ortografía. Nuevas combinaciones nomenclaturales. Nomenclatura abierta. Híbridos y su tratamiento. Hipodigma y designación de tipos nomenclaturales. Especímenes tipo: holotipo, alotipo, paratipos, sintipos, lectotipo, paralectotipos, neotipo. Localidades tipo. Funciones de la Comisión Internacional de Nomenclatura. Relación entre decisiones taxonómicas y nomenclaturales.

### **XI. Problemas y perspectivas de la taxonomía actual.**

Relación de la taxonomía con otras disciplinas biológicas. Su aporte al avance de las ciencias biológicas. Tendencias, prioridades y necesidades actuales de la Taxonomía. Crisis de la biodiversidad. El rol del taxónomo como custodio de la biodiversidad. Medidas de biodiversidad, ecológicas y filogenéticas. La taxonomía como profesión: importancia, dificultades y oportunidades.

## **2. Bibliografía general.**

- BROOKS, D.R. & D.A. McLENNAN. 1991. **Phylogeny, ecology and behavior: a research program in comparative biology.** Univ. Chicago Press, Chicago.
- CRISCI, J.V. & M.F. LOPEZ ARMENGOL. 1983. **Introducción a la teoría y práctica de la Taxonomía Numérica.** OEA, Ser. Biol., Monografía (26), Washington.
- DOBZHANSKY, T., F.J. AYALA, G.L. STEBBINS & J.W. VALENTINE. 1980. **Evolución.** Omega, Barcelona.

- ELDREDGE, N. & J. CRACRAFT. 1980. **Phylogenetic Patterns and the Evolutionary Process**. Columbia Univ. Press, New York.
- FOREY, P.L., C.L.HUMPHRIES, I.J. KITCHING, R.W. SCOTLAND, D.J. SIEBERT & D.M. WILLIAMS. 1992. **Cladistics. A practical course in systematics**. Clarendon Press. Oxford.
- GOLOBOFF, P. 1998. **Principios básicos de cladística**. Soc. Argent. Botánica, Buenos Aires.
- JEFFREY, C. 1976. **Nomenclatura Biológica**. Código internacional de nomenclatura botánica. Código internacional de nomenclatura zoológica. Blume eds., Madrid.
- HILLIS, D.M. & C. MORITZ. 1990. **Molecular systematics**. Sinauer Associates, Sunderland, Massachussets.
- LLORENTE BOUSQUETS, J. & I. LUNA VEGA (Eds.). 1994. **Taxonomía biológica**. UNAM, Centro de Cultura Económica, México.
- MARCUS, L., M. CORTI, A. LOY, G. NAYLOR & D. SLICE (eds.) 1996. **Advances in morphometrics**. NATO ASI Series: Life Sciences vol. 284.
- MAYR, E. & P.D. ASHLOCK. 1991. **Principles of Systematic Zoology**. Mc. Graw Hill Inc., New York.
- NELSON, G. & N. PLATNICK. 1981. **Systematics and Biogeography: Cladistics and Vicariance**. Columbia Univ. Press, New York.
- PANCHEN, A.L. 1992. **Classification, evolution and the nature of biology**. Cambridge, Univ. Press.
- RIDLEY, M. 1993. **Evolution**. Blackwell Sci. Publ., Oxford, London.
- SCHUH, R.T. 2000. **Biological systematics. Principles and applications**. Cornell Univ. Press, Ithaca.
- SNEATH, P.H.A. & R.R. SOKAL. 1973. **Numerical Taxonomy**. W.H. Freeman & Co., San Francisco.
- WILEY, E.O. 1981. **Phylogenetics: The Theory and Practice of Phylogenetic Systematics**. John Wiley & Sons. New York.
- WILEY, E.O., D.S. CAUSEY, D.R. BROOKS & V.A. FUNK. 1991. **The compleat cladist**. A primer of phylogenetic procedures. Univ. Kansas, Mus. Nat. Hist., Special Publ. Nro. 19.