

B1986  
35

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ASIGNATURA: *SISTEMÁTICA TEÓRICA*  
**SISTEMÁTICA TEÓRICA**

CARRERA: LICENCIATURA EN BIOLOGIA

ORIENTACION: AREA MORFOLOGIA Y SISTEMATICA ANIMAL, MORFOLOGIA Y SISTEMATICA VEGETAL; BIOLOGIA EVOLUTIVA.

CARACTER: OPTATIVA

DURACION DE LA MATERIA: CUATRIESTRAL

HORAS DE CLASE: TEÓRICAS: 4 HORAS SEMANALES

TRABAJS PRACTICOS: 6-8 HORAS SEMANALES.

TOTALES: 10-12 HORAS SEMANALES.

ASIGNATURAS CORRELATIVAS: GENETICA I.

*CR*  
Aprobado por Resolución CD 148/86

*Maria C. Maggesi*  
Dra. MARIA C. MAGGESI  
Directora Adjunta Interina  
Dpto. Cs. Biológicas

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

C U R S O

SISTEMÁTICA TEÓRICA

(Profesor: Dr. Osvaldo A. Reig,  
Profesor adjunto (ad honorem) a cargo: Lic. Aldo Torno)

(Con la participación del Dr. Axel Bachmann, Dr. Edgardo J.  
Romero, Dra. Susana Merani, Dra. Liliana Apfelbaum,  
M.S. Maria A. Barros, Lic. Guillermo Orti,  
Lic. Maria Beatriz Espinosa, Lic. Ruben Lombardo,  
y Lic. Rosa Liascovich.

1. Introducción.

"For the scientist-taxonomist the most important meaning of a classification is that it is a scientific theory, with all the qualities of a scientific theory".

ERNST MAYR

La sistemática y la taxonomía han sido consideradas erróneamente protociencias empíricas practicadas por coleccionistas y aficionados sin preparación científica y sin interés en la teoría biológica. Esta caracterización, que todavía tiene adeptos en algunos círculos biológicos mal informados, se basa sobre el desconocimiento del papel que correspondió a las ciencias de la diversidad de los organismos en el desarrollo de la teoría biológica contemporánea, y de la complejidad teórica y el carácter multidisciplinario del ejercicio contemporáneo de esas ciencias.

La sistemática, en tanto que ciencia de las relaciones de parentesco entre los organismos, es una disciplina integradora que interactúa con la teoría evolutiva y con la práctica clasificatoria, utilizando todo el arsenal de conocimientos de las distintas ramas de la biología. La taxonomía biológica, en tanto que ciencia de la clasificación de la diversidad orgánica, presupone el manejo de herramientas teóricas y de métodos matemáticos elaborados, y

ha planteado problemas que constituyen verdaderos desafíos para las matemáticas y la lógica.

Ambas disciplinas están estrechamente interconectadas, por más que sea legítimo reconocerles una relativa independencia por ser distintos sus objetivos de estudio: el establecimiento y la explicación de las relaciones de parentescos, por un lado, y los fundamentos y la normativa de las clasificaciones, por el otro. Pero las clasificaciones son, a la vez, el punto de partida necesario, de los estudios de la sistemática. De la misma manera, las clasificaciones, para ser fecundas y profundas, deben basarse sobre los resultados de las investigaciones sistemáticas. Es por eso que se justifica, y que resulta aconsejable, ofrecer en un mismo curso los fundamentos de ambas disciplinas, como se lo hace aquí.

Este curso tiene, entonces, el propósito de hacer conocer la riqueza teórica y el nivel conceptual de la sistemática y de la taxonomía contemporánea, y de introducir al alumno en los métodos y las técnicas, y en sus fundamentos conceptuales y teóricos, que rigen el ejercicio moderno del estudio de las relaciones de parentesco, de la clasificación y de la reconstrucción de las filogenias de los taxones de distinto rango que constituyen la diversidad orgánica. Estos propósitos no pueden desconocer, sin embargo, que la manera más frecuente de practicar la sistemática y la taxonomía, en nuestro medio de aquí y ahora, se aleja considerablemente, es justo reconocerlo, de estar actualizada en los alcances y las profundidades de estas materias. Se requiere por lo tanto, una actitud crítica y esclarecedora, que, a la par de brindar los elementos de una ciencia que en el contexto internacional se desarrolla en fronteras desafiantes, sea consciente del atraso en que se desenvuelven estos estudios en nuestro medio. Y que lo haga también desarrollando conciencia sobre la vigencia, la actualidad y la prioridad, en un país que como el nuestro no ha completado el conocimiento de su flora y de su fauna, de superar una manera pasatista de abordar el estudio de la diversidad orgánica, para estimular estos estudios, tanto por razones de prioridad científica nacional, como de legítimo interés teórico.

El alumno encontrará en este curso la posibilidad de desarrollar muchos de los conocimientos aprendidos en el curso *Evolución* o en *Genética II*, que se recomienda haber cursado previamente, a pesar de no constituir correlativas formales. materia correlativa. De la misma manera, podrá aplicar buena parte de la información adquirida en los cursos de Química Biológica, Genética I, Análisis Matemático, Estadística Biológica y en las Sistemáticas animales o vegetales que haya cursado. Por lo tanto, se encontrará en presencia de una temática integradora de conocimientos ya adquiridos, a la par que con tópicos novedosos que presuponen una buena asimilación de esos conocimientos, y que los expanden hacia una nueva área de la indagación biológica.

ORA

MARIA G. MAGGESE  
Directora Adjunta Interior

## 2. Características y organización del curso.

El curso de Sistemática Teórica es un curso teórico-práctico optativo dentro de la Licenciatura en Biología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, aunque se considera que debería ser obligatorio para los alumnos que hayan optado por la orientación Sistemática y Morfología Animal, Sistemática y Morfología Vegetal o Paleontología de dicha Licenciatura. Se ofrece también para alumnos de Carrera del Doctorado en Biología que se orienten por la biología sistemática o la biología evolutiva.

El curso es de tipo cuatrimestral y se dictará durante 14 semanas consecutivas. En cada semana habrá dos clases teóricas, de dos horas de duración cada una (con un intervalo de 10 minutos), y dos clases prácticas o teórico-prácticas, de 3 horas de duración cada una. Como complemento del curso se dictarán conferencias a cargo de especialistas en problemas de sistemática y taxonomía de grupos especiales de organismos, o sobre temas de interés teórico o práctico referidos a distintos métodos de estudio de la diversidad orgánica. Estas conferencias tratarán de ofrecerse en el mismo horario de las clases teóricas. El tratamiento de los temas de taxonomía numérica y de sistemática filogenética será primordialmente teórico-práctico.

El curso se dictará y evaluará según un régimen de promoción, al que el alumno se podrá acoger libremente. La asistencia, tanto a las clases teóricas como a las clases prácticas será obligatoria para que el alumno pueda acogerse a este régimen. La evaluación dentro del mismo, incluirá una nota de trabajos prácticos y una nota por cada uno de dos exámenes parciales escritos. La nota de trabajos prácticos corresponderá a un 30 % de la nota final, la del primer parcial a un 30 % y la del segundo parcial, o parcial final, a un 40 %. Cada examen parcial tendrá una fecha de recuperación. El segundo parcial es acumulativo, y podrá contener hasta un 30 % de preguntas correspondientes a temas vistos hasta el primer parcial. Será requisito para rendir cada examen el haber concurrido al 90 % de las clases teóricas y al 100 % de las clases prácticas correspondientes (con un 90 % de asistencia a estas últimas, deberá recuperarse el 10 % restante). Para aprobar la materia bajo el régimen de promoción sin examen final, el alumno deberá tener un promedio de por lo menos 7 puntos una vez rendido el segundo parcial (promedio de calificación final). Este promedio se obtendrá promediando las notas correspondientes a los trabajos prácticos y a cada uno de los parciales. Si el alumno obtuviese menos de 7 puntos de promedio (redondeado sobre 6,51) pasará automáticamente al sistema normal, se le firmará la libreta en caso de tener aprobados los trabajos prácticos y aprobado cada parcial con más de 4 puntos, y deberá rendir un examen final en las fechas ordinarias. Lo mismo sucederá con los alumnos que no cumplan con el requisito de asistencia a las clases teóricas.

El curso presupone un conocimiento fluido de la

*AMB*

*M. C. M.*  
Dra. MARIA C. MAGGESSI  
Directora Adjunta Interior

genetica general y de la genetica evolutiva, de las tecnicas basicas de la quimica biologica, de las matematicas y estadisticas de nivel de licenciatura, y una cierta familiaridad con el conocimiento de la diversidad y de la morfologia de por lo menos un gran grupo de animales o plantas. Aunque este conocimiento no constituye una exigencia formal, se presupone tambien que el alumno debe estar en condiciones de comprender textos en idioma ingles. Se supone tambien que el alumno este dispuesto a ejercitar una indagacion comprensiva y critica hacia los topicos de estudio, que no se podran satisfacer pretendiendo asimilar repetitivamente un saber cristalizado.

### 3. Objetivos.

Los principales objetivos de este curso son:

1.) Ubicar y destacar la importancia y significacion de los estudios sobre la diversidad y las relaciones de parentesco de los organismos, en el contexto de la biologia contemporanea.

2.) Distinguir y precisar los contenidos de la sistematica biologica y de la taxonomia biologica.

3.) Comprender los fundamentos logicos, epistemologicos y metodologicos que subyacen al analisis y la sintesis de la informacion biologica utilizada con el proposito de esclarecer las relaciones de parentesco entre los organismos.

4.) Conocer los principios teoricos y metodologicos que fundamentan a la taxonomia biologica como ciencia normativa de la practica clasificatoria, en sus distintas principales escuelas: cladista, evolutiva y fenetica.

5.) Estudiar y aplicar los principales procedimientos experimentales y numericos que se utilizan para distinguir a las especies y para agruparlas en taxones de rango superior.

6.) Examinar los problemas que surgen para determinar a los organismos y para construir clasificaciones, y aplicar los procedimientos para resolverlos.

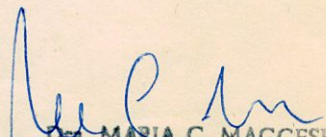
7.) Ilustrar y aplicar los principios y reglas fundamentales de los codigos de nomenclatura zoologica y botanica, y demostrar la metodologia que se utiliza para presentar en publicaciones cientificas los resultados del trabajo sistematico-taxonomico..

8.) Promover el desarrollo de la capacidad critica para analizar el trabajo taxonomico rutinario y contribuir a superarlo mediante la utilizacion de los procedimientos y teorias de la sistematica y de la taxonomia contemporaneas.

### 4. Programa de la materia.

#### 1. INTRODUCCION CONCEPTUAL.

##### 1.1. Las ciencias de la diversidad y de la clasificacion

  
Dra. MARIA C. MAGGESE  
Directora Adjunta Interina  
Dpto. Cs. Biológicas

### de los organismos.

Naturaleza y extension de la diversidad organica. Su caracter discontinuo y su estructura jerarquica. Sistemática, taxonomía, filogenia. Identificar o determinar y clasificar. La jerarquía epistemica de las clasificaciones: particiones, ordenamientos, clasificaciones pragmáticas, clasificaciones naturales y clasificaciones teoricas o sistematicas. Relaciones entre conceptos taxonomicos y agrupaciones o entidades naturales. Extension del concepto de individuo.

#### 1.2. Los conceptos y las estructuras de la taxonomia y de la sistematica biologica.

Las características de la estructura jerarquica lineana: analisis formal. El concepto de rango. Diferenciación entre taxon y categoría taxonomica. Las categorías taxonomicas como clases de clases. Los taxones como clases de organismos. El concepto de OTU (Unidad Taxonomica Operacional). El concepto de fenon. Taxones y parataxones. El concepto de plesion. El concepto de clado y el concepto de grado. Los conceptos de semejanza, afinidad y parentesco. Semejanza fenetica, afinidad patrística y afinidad cladística.

### 2. EL DESARROLLO HISTORICO DE LAS IDEAS SISTEMATICAS Y DE LA TAXONOMIA.

#### 2.1. Historia de la clasificacion de los organismos.

Las clasificaciones de los organismos en las culturas precientificas. Ideas sobre la clasificacion en la Antigüedad Clásica: las dicotomias platonicas y la definicion en Aristoteles. El desarrollo de las clasificaciones desde la Edad Media hasta el siglo XVIII. La aportación de John Ray. Carolus Linneus. La contribucion de Buffon, Adanson, Lamarck y Cuvier. El significado del Darwinismo. Desarrollos post-darwinianos de la taxonomia y la sistematica. Las premisas de la escuela de la "Nueva Sistematica".

#### 2.2. Las tendencias contemporaneas en la taxonomia y en la sistematica biologicas.

Las escuelas "objetivas" de la taxonomia fenetica: Maslin, Cain y Harrison. La escuela feneticista moderna: Sneath, Sokal y Rohlf. La escuela cladística de la sistematica filogenetica: Hennig y Brundin. Los principios de la taxonomia evolucionista segun Mayr y Simpson. Las corrientes mas recientes de la escuela cladista: Cladismo "estructural" (*pattern cladistics*) Patterson, Rosen, Nelson, Platnick; Cladismo filogenetico contemporaneo: Wiley, Eldredge, Cacciaft. La cuantificación del cladismo: Kluge, Farris. Las aportaciones de la citogenetica y de la biología molecular a la sistematica contemporanea: el auge de las filogenias macromoleculares. El estado actual de

la teoria taxonomica.

3. LA ESPECIE COMO UNIDAD FUNDAMENTAL DE LA SISTEMATICA Y DE LA CLASIFICACION BIOLOGICA.

3.1. Los conceptos de especie y los problemas de su aplicacion.

La concepcion nominalista y la concepcion realista de la especie. El concepto morfotipico de especie. El concepto "biologico" de especie: la especie mendeliana. Criticas al concepto mendeliano de especie: las dificultades de su aplicacion. El concepto evolutivo de especie: su desarrollo segun Wiley. Diferenciacion epistemica entre la especie-taxon y la especie en tanto que sistema biologico real. La construccion de taxones de rango especie como proceso teorico perfectible. La aproximacion morfologica al concepto biologico de especie: sus limitaciones y su justificacion. El concepto de especie en paleontologia. Las dificultades del concepto de paleoespecie (cronoespecie). Las especies agamicas o agamospecies. Las especies partenogeneticas.

3.2. Origen, diferenciacion y atributos de las especies mendelianas.

Recapitulacion sobre los distintos tipos de mecanismos de aislamiento reproductivo. Recapitulacion sobre los procesos de especiacion. El problema de la gradacion en el proceso de especiogenesis. Los atributos morfologicos de las especies mendelianas: especies sinmorficas y especies alomorficas. La discontinuidad del reservorio genico y el aislamiento reproductivo como principales atributos de las especies. Atributos ecologicos de las especies. Las especies como sistemas politipicos. La concepcion de Turesson: cenopecies y ecoespecies. El concepto de *Rassenkreis*, y el de superespecie: subespecies, semiespecies, aloespecies.

4. LA NATURALEZA Y LA DELIMITACION DE LOS TAXONES DE RANGO SUPERIOR.

4.1. Los taxones de rango supraespecifico.

Definicion y analisis del concepto de taxon de rango superior. El problema de la naturalidad y de la realidad de los taxones de rango superior: Su comparacion con el concepto taxonomico de especie. Los taxones de rango superior como conceptos politeticos: los atributos intensionales y extensionales de los conceptos taxonomicos. El problema de la equivalencia intergrupala del rango categorial de los taxones. Los taxones de rango "genero" y el problema de la naturalidad de los generos. Usos de las distintas categorias taxonomicas en la jerarquizacion de taxones de distinto rango.

CAJ

#### 4.2. El problema de la delimitación de los taxones.

Criterios usuales para determinar el rango de los taxones: grado de distinción, naturaleza de la zona adaptativa, grado de diferencia, tamaño óptimo, equivalencia categorial. Los taxones como clados: recapitulación de la noción de arogenesia y cladogénesis. Los conceptos de monofilia, holofilia, polifilia y parafilia. El problema de la transicionalidad entre los taxones de rango superior y el concepto de los equilibrios discontinuos. Anticipación del criterio de sinapomorfia. El concepto de "caracteres claves". La evolución en mosaico de los caracteres distintivos de los taxones de rango superior (*heterobatmia*). El ejemplo del origen de la Clase *Mammalia*.

### 5. LA BASE MATERIAL DE LA SISTEMÁTICA Y DE LA CLASIFICACIÓN: LOS CARACTERES Y LAS OTRAS FUENTES DE DATOS.

#### 5.1. Los distintos tipos de datos de la sistemática y los distintos tipos de caracteres.

Las cuatro principales fuentes de información sistemático-taxonomica: los caracteres, la distribución espacio temporal, la información parasitológica y la información ecológica. Caracteres "intrínsecos" y caracteres "extrínsecos". El concepto de espécimen, semáforo, carácter, estado de carácter. La naturaleza de los caracteres como expresión fenotípica del genotipo: el concepto de holomorfia. Caracteres morfológicos exosomáticos y endosomáticos. Caracteres morfológicos larvarios. Caracteres embriológicos. Caracteres cromosómicos. Caracteres macromoleculares. Caracteres fisiológicos. Caracteres comportamentales.

#### 5.2. La variabilidad de los caracteres y la discriminación entre sus componentes genéticos y ambientales.

Polifenismos, polimorfismos y variación continua. Polítipismo. Distintos tipos de polifenismo: variación estacional, ciclomorfosis, castas sociales en insectos, ecofenotipos. La amplitud de la variación intraindividual: estadios de desarrollo, grupos etarios, formas larvales, variación estacional. Componentes de la variación fenotípica: varianza genética y desviación ambiental. Caracteres de variación modal: su determinación genética y su constancia. La extensión del polimorfismo para caracteres morfológicos y no morfológicos. Faneromorfismos, cromomorfismos, criptomorfismos. La variación continua, su fundamento genético y la discriminación entre sus componentes genéticos y ambientales.

#### 5.3. Fuentes de información sistemático-taxonomica distinta de los caracteres.

Los datos de la distribución geográfica de las es-

EAR

Maria C. Maggesi

pecies para inferir sus relaciones de parentesco y su situacion taxonomica: simpatria, alopatria, parapatría. Los datos de la distribucion geografica para inferir relaciones entre taxones de rango superior: la vicarianza. La estimacion de los componentes del nicho en la diferenciacion de las especies. La diferenciacion de habitat como indicador de eventual aislamiento reproductivo. Formas de vida y rasgos adaptativos generales en la delimitacion de taxones de rango superior. La sistematica de los parasitos como inferencia de las relaciones de los hospedadores.

**6. EL ANALISIS CUANTITATIVO DE LOS CARACTERES Y LOS FUNDAMENTOS DE LA TAXONOMIA NUMERICA.**

**6.1. Analisis univariado y bivariado de la variabilidad de los caracteres. Su representacion grafica.**

El significado de la introduccion de tecnicas estadisticas en la taxonomia moderna; su vinculacion con el criterio poblacional de la "Nueva Sistemática". Requisitos de un muestreo adecuado. Tecnicas usuales de medicion, recuento, micrometria y registro de la informacion cuantitativa. Utilizacion de las estadisticas univariadas descriptivas para caracteres continuos. Estadisticas inferenciales: error estandar, limites de confianza. "Test" de Student. Analisis de varianza (ANOVA). Analisis estadistico de caracteres discontinuos: tests de significacion de frecuencias. Representacion grafica de la variacion: diagramas de Dice-Leraas, diagramas de dispersion (*scattergrams*) bi- y trivariados. Histogramas y diagramas de barras. Representacion grafica de la variabilidad geografica: diagramas de "torta". Regresion, correlacion. Alometria.

**6.2. Clasificacion por metodos numericos.**

Eleccion de los OTUs. Eleccion de los caracteres. Datos doble-estados y datos multiestados, cuantitativos y cualitativos: su codificacion. Confeccion de una matriz basica de datos. Cuantificacion de la similitud: de distancia, de correlacion y de asociacion. Distancia de Manhattan. Matriz de similitud. Analisis de agrupamiento (*cluster analysis*). Agrupamientos por ligamiento simple y complejo y por ligamiento promedio. Algoritmos de ligamiento no ponderados (UPGMA) y ponderados (WPGMA). Construccion de fenogramas. Reticulos. Coeficientes de correlacion cofenetica. Interpretacion de los fenogramas.

**6.3. Analisis multivariado de caracteres. Metodos de ordenamiento.**

Introduccion general al uso de los metodos de las estadisticas multivariadas a la sistematica. Los distintos metodos de analisis multivariado. Matriz de va-

GAR

Dr. MARIA G. MAGGEBE  
Directora Adjunta Interna  
Dto. Cs. Biológicas

rianza-covarianza. Matriz de correlaciones. Analisis  $Q$ , analisis  $R$ . Analisis de componentes principales (PCA): Eigen-valores, Eigen-vectores, matrices. Representacion grafica del PCA, interpretacion de los resultados. Analisis de Coordenadas Principales (PCORD). Analisis discriminantes: Analisis Multivariado de la varianza, (MANOVA). Analisis de Variables Canonicas (CVA). Analisis discriminante de grupos multiples (MGDA). Representaciones graficas. Relaciones entre los metodos multivariados y de agrupamiento, y criterios para seleccionarlos.

## 7. LA OBTENCION, EL PROCESAMIENTO Y LA CUANTIFICACION DE LOS CARACTERES CROMOSOMICOS.

### 7.1. Los fundamentos de la cariosistemática.

Recapitulacion de conocimientos sobre la morfologia cromosomica y los reordenamientos cromosomicos. La correlacion entre los cambios cromosomicos y la especiacion: los reordenamientos cromosomicos como mecanismos postcigoticos de aislamiento reproductivo. Taxones cromosomicamente homeomorficos y heteromorficos. Reordenamientos cromosomicos y evolucion organismica: la teoria de A. Wilson. Reordenamientos cromosomicos y evolucion de la regulacion. El papel de la heterocromatina constitutiva. De la cariologia micromorfologica a la cariologia molecular. ADN de secuencia unica y ADN mediana y altamente repetitivo. El papel de los trasposones. La variacion en los efectos de posicion. El sindrome de la disgenesis hibrida.

### 7.2. Metodos de analisis cromosomico.

Revision de las tecnicas basicas de analisis cromosomico. Cariologia alfa, beta y gama. Numero cromosomico y morfologia cromosomica. Cariotipos simetricos y asimetricos. Patrones de bandeado: bandas G y bandas C: su significacion macromolecular. Bandedos fluorescentes:  $Q$  y  $DAPI$ : su significacion. Construcion de idiogramas estadisticos. Comparacion entre idiogramas beta e inferencia simple de reordenamientos cromosomicos. Comparacion entre idiogramas bandedos. Filogenias cromosomicas. Construcccion de fenogramas de similitud cariotipica.

## 8. LA OBTENCION, EL PROCESAMIENTO Y LA CUANTIFICACION DE LOS CARACTERES BIOQUIMICOS.

### 8.1. Los metodos electroforeticos y la cuantificacion de las distancias geneticas inter-taxones.

Significado de las tecnicas electroforeticas para el estudio y la cuantificacion de la variabilidad intrapoblacional alozimica. Recapitulacion de los fundamentos de la electroforesis. Modificaciones tecnicas para ampliar la resolucion de la electroforesis. Con-

cepto de electromorfo. Lectura de zimogramas. Calculo de  $H$  (frecuencia promedio de heterocigotas por locus, de  $H_i$  (frecuencia de loci heterocigoticos por individuo) y de  $P$  (proporcion de loci polimorficos.) Calculo de las distancias genicas:  $S$  de Rogers,  $I$  y  $D$  de Nei,  $S$  de Thorpe. Medidas de la distancia genica por el estadistico  $F$ , calculo de  $F_{st}$ . Construccion de fenogramas de distancias genicas. Interpretacion sistematica de las distancias genicas.

## 8.2. Tecnicas bioquimicas alternativas. Filogenias macromoleculares.

Tecnicas basadas en proteinas: genes ortologos y genes paralogos. Tecnicas inmunologicas: fijacion del microcomplemento. Secuenciacion de aminoacidos. Filogenias proteicas. Ejemplos. Arboles de Fitch y Margoliash. La teoria neutralista de la evolucion proteica. Distancia inmunologica, distancia genetica y tiempo evolutivo. El reloj molecular de la evolucion. Metodos de "hibridacion" de ADN: la tecnica de la amplitud de la reaccion de hibridacion; la tecnica de determinacion de nucleotidos no-complementarios. La determinacion del ADN repetitivo y no-repetitivo. La tecnica de hibridacion "in situ". La utilizacion de enzimas de restriccion. Filogenias de ADN.

## 9. LA RECONSTRUCCION DE LAS FILOGENIAS Y LOS PRINCIPIOS DE LA SISTEMATICA FILOGENETICA.

### 9.1. Los conceptos fundamentales de la sistematica filogenetica.

El concepto de *filogenia* y las suposiciones basicas de la sistematica filogenetica. Componentes de la filogenia: cladistica, patristica y polaridad. Plesiomorfismo, apomorfismo, autapomorfismo. Polaridad: criterios para su determinacion. Grupos monofileticos, grupos polifileticos y grupos parafileticos: ejemplos y discusion. Arboles filogeneticos, filogramas, dendrogramas, fenogramas y cladogramas. Correspondencia entre cladogramas y arboles filogeneticos. El principio de parsimonia y la puesta a prueba de los arboles filogeneticos.

### 9.2. La reconstruccion de las filogenias por metodos cladisticos.

Homologia y analogia, homoplasia. Convergencia y paralelismo. Caracteres homologos plesiomorficos y apomorficos. Caracteres sinapomorficos y autapomorficos. Niveles de universalidad: el concepto de generalidad. Los criterios filogeneticos de homologia: La regla de la comparacion extra-grupo (*out-group comparison*) Criterios auxiliares de apomorfia. Obtencion de cladogramas por metodos no-numericos. Analisis cladistico cuantitativo: el algoritmo de Wagner:

