

**ANEXO**  
**TEXTO ORDENADO DEL PLAN DE ESTUDIO DE**  
**LICENCIATURA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**Nuevo Plan de Estudio para la Carrera de Licenciatura en Ciencias Biológicas**

**a) Fundamentación del Cambio de Plan**

El Plan de Estudios presentado y aprobado en 1984, aprobado por Resolución (CS) 304/84 y su modificatoria (CS) N°550/86, introdujo cambios trascendentales que han inspirado una carrera de importante valor académico y profesional. Como prueba de ello alcanza ver la producción científica del plantel docente de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (FCEN-UBA), constituida en gran parte por egresados de la Licenciatura en Ciencias Biológicas (LCB) de la FCEN y también la gran aceptación de graduados/as de la LCB en prestigiosas universidades del mundo en calidad de doctorandos, investigadores posdoctorales y profesores.

Sin embargo, han pasado 33 años desde dicha formulación y se han postergado numerosos cambios curriculares que es necesario instrumentar como consecuencia de los avances en el conocimiento científico que se han producido en este lapso. Se destacan entre éstos, la creciente necesidad de herramientas matemáticas en el estudio de las ciencias naturales y la inclusión de la teoría evolutiva como temática insoslayable en la formación de un biólogo, lo que ha inspirado cambios en el Ciclo Troncal de la Carrera. También, acompañando el desarrollo de los nuevos conocimientos generados en los últimos años, se han dictado en la LCB numerosas asignaturas nuevas, hasta ahora en calidad de optativas y que conforman el Ciclo Superior de la Carrera. Estas asignaturas están ya lo suficientemente asentadas como para constituirse en asignaturas electivas.

El gran crecimiento en docencia e investigación en el área de la Biología que tuvo lugar en la FCEN en los últimos 34 años fue acompañado por una reorganización institucional. En el año 2001, por Resolución (CD)N° 1672/01 (Expediente: 452326/96), el Departamento de Biología de la FCEN-UBA se dividió en tres Departamentos: el de Biodiversidad y Biología Experimental (DBBE), el de Ecología, Genética y Evolución (DEGE) y el de Fisiología, Biología Molecular y Celular (DFBMC). Esto llevó a la constitución de una Comisión de Carrera de Ciencias Biológicas (CCCB), que es la autoridad supradepartamental de aplicación de todo lo que corresponda a la LCB. La CCCB funciona con un reglamento aprobado por el Consejo Directivo de la FCEN y sus decisiones tienen carácter resolutivo en lo referente a la aprobación del Plan de Estudios Individual (PIE), los planes de Tesis de Licenciatura, la designación de Tutores de Estudio, la aprobación de nuevas asignaturas optativas y la aprobación de programas de asignaturas vigentes. A la vez, la CCCB asesora al Consejo Directivo sobre la reglamentación de la modalidad de la Tesis de Licenciatura, los cambios del currículum y de correlatividades de las carreras de grado y postgrado en Ciencias Biológicas y también en cambios en el currículum del Profesorado de Enseñanza Media y Superior en la especialidad Biología (en relación con las materias de índole biológica). A fin de garantizar el correcto dictado de las asignaturas de la LCB, la Comisión de Carrera solicita al Departamento correspondiente la asignación de tareas docentes y coordina la oferta de turnos y horarios de las asignaturas.

La gran oferta de asignaturas del Ciclo Superior de la Carrera requiere que el/la estudiante cuente con una guía que le permita organizar un plan de estudios individual (PIE) coherente y para ello se ha instituido la figura de Tutor de Estudios.

Por todas estas razones se propone incorporar las nuevas normativas que se describen en esta presentación en el Plan de Estudios para alcanzar el título de Licenciado/a en Ciencias Biológicas.

#### **b) Objetivos de la Carrera**

La LCB tiene como objetivo formar graduados/as con una sólida cultura científica en las ciencias exactas y naturales y en las ciencias de la vida. La carrera brinda una formación científica amplia e introduce a los grandes temas de la Biología a través de asignaturas de formación científica general y otras que profundizan sobre áreas más específicas de la Biología.

La educación propuesta se sustenta en contenidos teóricos que van desde los aspectos más básicos de cada temática, hasta los aspectos más avanzados y actualizados. El conocimiento se consolida, además, en una importante dedicación a la discusión de problemas y de artículos científicos, y en prácticas de laboratorio que permitan desarrollar destrezas técnicas y capacidad para analizar datos relacionados con la temática en estudio. Uno de los objetivos esenciales es formar graduados/as con educación sólida y un pensamiento crítico.

Con la formación científica adquirida el/la graduado/a está capacitado para continuar con una formación de postgrado de alta exigencia teórica y metodológica, o para incorporarse en el ámbito profesional o académico, en emprendimientos de investigación, desarrollo o de aplicación en cualquiera de las ramas de la Biología.

#### **d) Titulación**

##### **Denominación de la carrera**

Licenciatura en Ciencias Biológicas

##### **Denominación del título**

Licenciado/a en Ciencias Biológicas

#### **e) Perfil del Graduado de la Licenciatura en Ciencias Biológicas**

El perfil del graduado en la LCB de la UBA es el de un egresado formado en un conjunto fundamental de disciplinas, enfocadas tanto en sus aspectos teóricos como prácticos, que le otorguen un profundo conocimiento sobre las características esenciales de la vida y de los seres vivos: su origen, estructura, funcionamiento, desarrollo, reproducción y evolución. Este conocimiento comprende varios niveles de organización: infraorganísmico (desde el nivel molecular al tisular), organísmico (los organismos como un todo) y supraorganísmicos (desde las poblaciones hasta la biosfera), preparando al graduado para comprender, explicar y

predecir las relaciones e interacciones entre estos niveles de organización y sus procesos vitales en el presente, el pasado y el futuro.

#### **Alcances del Título del Licenciado en Ciencias Biológicas**

El Licenciado en Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos Aires está capacitado para:

Integrar, organizar y dirigir equipos profesionales responsables de estudiar, identificar, clasificar, determinar y evaluar cuali- y cuantitativamente organismos uni o multicelulares o no celulares (virus) en sus diferentes niveles de organización, incluyendo formas extintas, restos y señales de su actividad.

Ejercer la docencia en las distintas áreas de las Ciencias Biológicas a nivel universitario y terciario, y en otros niveles educativos conforme a las leyes educativas vigentes en cada región del país.

Diseñar, desarrollar y evaluar documentos y materiales educativos sobre temas de las distintas áreas de las Ciencias Biológicas para los distintos niveles de educación y para el público en general (extensión científica, divulgación).

Estudiar, controlar y certificar sobre organismos, otras formas de organización biológica y factores químicos y físicos que afectan:

1. el uso, el manejo, el control y la conservación de la biodiversidad y los recursos naturales in situ o ex situ.
2. el ambiente incluyendo suelo, aire y agua con el fin de diagnosticar, monitorear, proteger, ordenar y remediar los ecosistemas de áreas naturales protegidas, áreas rurales y urbanas.
3. la sistematización y conservación de materiales biológicos, sus colecciones y documentación relativa.
4. la salud de los seres vivos, incluido el ser humano, con el fin de contribuir al diagnóstico, pronóstico, prevención y tratamiento de enfermedades.

Planificar, dirigir, ejecutar, establecer normas y evaluar estrategias para:

1. la experimentación, producción y explotación biotecnológica;
2. el desarrollo, la producción y el mejoramiento de organismos genéticamente modificados;
3. el desarrollo de actividades industriales
4. el desarrollo y la certificación de herramientas bioinformáticas que se apliquen a cualquiera de las incumbencias anteriores.

Participar en consultas, asesoramientos, auditorías, inspecciones y pericias legales que requieran especialistas en Ciencias Biológicas en cuerpos ejecutivos, legislativos y judiciales. Y toda actividad, del ámbito público o privado, que se vea beneficiada por la participación de un profesional con la formación descrita en el plan de estudios asociado.

#### **f) Estructura de la Carrera de Licenciatura en Ciencias Biológicas**

**Comentario [-----1]:** Ver análisis en archivos adjuntos

La Carrera consta de dos ciclos de formación: el Primer Ciclo de Grado (Ciclo Básico Común) y el Segundo Ciclo de Grado.

I. **Primer Ciclo de Grado: Ciclo Básico Común (CBC)**, duración teórica: 1 (UN) año. Consta de 6 (SEIS) asignaturas.

II. **Segundo Ciclo de Grado**: está compuesto por un Ciclo Troncal y un Ciclo Superior con una duración teórica de 5 (CINCO) años:

**Ciclo Troncal**: consiste en una etapa de formación general en Ciencias Naturales y Exactas conformada por 14 (CATORCE) asignaturas obligatorias, todas ellas ofrecidas por la FCEN.

**Ciclo Superior**: provee a el/la estudiante una formación más profunda, orientada hacia alguna de las áreas específicas comprendidas dentro de la Biología como ciencia. Este ciclo se constituye en un bloque donde el/la estudiante debe reunir como mínimo 1440 (MIL CUATRO CIENTAS CUARENTA) horas reloj de acuerdo al siguiente esquema:

- Una combinación de asignaturas electivas y/u optativas vigentes hasta sumar como mínimo 1120 (MIL CIENTO VEINTE) horas reloj.

El/la estudiante podrá seleccionar las materias optativas y/o electivas indicando a la Comisión de Carrera de Ciencias Biológicas la orientación que desea para su carrera. La Comisión designará tutor/a de estudios que elaborará en conjunto con el/la estudiante un plan individual de estudios. De esta forma el/la estudiante adquirirá una formación especializada y guiada en el área de su interés.

- Una Tesis de Licenciatura que equivale a 320 horas reloj.

La realización de la Tesis de Licenciatura tiene como meta principal iniciar a el/la estudiante en la investigación científica y en el campo profesional, profundizando así su formación de grado mediante la adquisición de las bases conceptuales y metodológicas necesarias para el desarrollo de la investigación científica. Como objetivos específicos, se incluyen los siguientes: capacitar a el/la estudiante en la búsqueda bibliográfica, en la formulación de hipótesis, en la definición de los objetivos, en el uso de distintas metodologías de trabajo, en el diseño experimental, en el análisis de datos, en la propuesta de modelos explicativos y en la correcta redacción, preparación y exposición del trabajo científico.

Esta estructura contempla los núcleos temáticos y los criterios de formación práctica establecidos en la Resolución 139/11 del Ministerio de Educación. Estos criterios establecen un CINCUENTA (50) por ciento de formación práctica en la formación básica y que este plan cumple en el **ciclo troncal**, luego el CINCUENTA (50) por ciento de formación

práctica para la formación superior y que se cumple en el **ciclo superior** y el OCHENTA (80) porciento en el Trabajo Final, en este caso da cumplimiento en la **Tesis de Licenciatura**.

**Primer Ciclo de Grado: Ciclo Básico Común (CBC)**

Su carga horaria es de **QUINIENTAS SESENTA (560)** horas reloj y corresponde a las siguientes asignaturas obligatorias:

<b>Primer Ciclo de Grado: Ciclo Básico Común</b>								
Nº (1)	Año	Asignatura	C	CHS	CHT	Correlatividad de Asignaturas		Modalidad
						Regular (1)	Aprobar (2)	
1	1	Introducción al Conocimiento de la Sociedad y el Estado (24)	C	4	64	--	--	T/P
2	1	Introducción al Pensamiento Científico (40)	C	4	64	--	--	T/P
3	1	Biología (08)	C	6	96	--	--	T/P
4	1	Física (03)	C	6	96	--	--	T/P
5	1	Química (05)	C	6	96	--	--	T/P
6	1	Matemática (61)	C	9	144	--	--	T/P

**Segundo Ciclo de Grado: Ciclo Troncal**

Su carga horaria total es de **DOS MIL QUINIENTAS DOCE (2512)** horas reloj y corresponde a las siguientes asignaturas:

<b>Segundo Ciclo de Grado: Ciclo Troncal</b>							
Nº (1)	Año	Asignatura	C	CHS	CHT	Correlatividad de Asignaturas (2)	Modalidad
7	2-1	Introducción a la Biología Molecular y Celular	C	12	192	CBC	T/P/L
8	2-1	Matemática I	C	10	160	CBC	T/P/L
9	2-2	Introducción a la Botánica	C	12	192	CBC	T/P/L
10	2-2	Química General e Inorgánica I	C	11	176	CBC	T/P/L
11	3-1	Introducción a la Zoología	C	12	192	Introducción a la Biología Molecular y Celular	T/P/L
12	3-1	Mecánica y Termodinámica	C	10	160	Matemática I	T/P/L
13	3-2	Biometría	C	12	192	Int.a la Biología Molecular y Celular, Matemática I, Int.a la Botánica o Int.a la Zoología	T/P/L
14	3-2	Química Orgánica	C	11	176	Química General e Inorgánica I	T/P/L
15	4-1	Química Biológica	C	11	176	Química Orgánica	T/P/L
16	4-1	Ecología General	C	12	192	Introducción a la Botánica, Introducción a la Zoología y Biometría	T/P/L
17	4-2	Genética	C	12	192	Introducción a la Botánica, Introducción a la Zoología, Biometría y Química Biológica	T/P/L

18	4-2	Matemática II	C	10	160	Matemática I	T/P/L
19	5-1	Evolución	C	12	192	Genética	T/P/L
17	5-1	Electromagnetismo y Óptica	C	10	160	Mecánica y Termodinámica	T/P/L

### Segundo Ciclo de Grado: Ciclo Superior

El ciclo superior se conforma por la aprobación de materias electivas y optativas con una carga horaria mínima de **MIL CUATROCIENTAS CUARENTA (1440)** horas reloj, distribuidas con la aprobación de una Tesis de Licenciatura de **TRECENTAS VEINTE (320)** horas reloj más **MIL CIENTO VEINTE (1120)** horas reloj. Las materias electivas y optativas deben tener una carga horaria que no puede superar las **CIENTO SESENTA (160)** horas ni ser inferior a las **CUARENTA (40)** horas. El conjunto de materias electivas y optativas debe estar conformado al menos por **CUATRO (4)** materias de **CIENTO SESENTA (160)** horas y el total de las materias que reúna la carga horaria mínima solicitada no puede superar las **CATORCE (14)**. A continuación, se detallan las materias electivas. La facultad anualmente que oferte la Casa de Estudios con la modalidad que fue detallada en el apartado anterior:

**Comentario [-----2]:** Se sugiere la siguiente redacción:

“En el Ciclo Superior, el/la estudiante debe cumplir con una carga horaria de 1440 horas reloj, que se distribuyen de la siguiente forma:  
a) 320 horas que corresponden a la Tesis de Licenciatura, a elaborarse desde el 2º cuatrimestre del 5º año.  
b) 1120 horas en asignaturas electivas u optativas, cuya carga horaria podrá variar entre un mínimo de 40 hs. y un máximo de 160 hs.  
Para cumplir con las 1120 horas, el/la estudiante no podrá cursar más de 14 asignaturas y asimismo, al menos 4 de ellas deberán tener una carga horaria de 160 hs.”

Segundo Ciclo de Grado: Ciclo Superior						
Asignatura	C	CHS	CHT	Correlatividad de Asignaturas	Modalidad	
Álgebra I (3)	C	10	160	CBC	T/P	
Análisis Biológicos I	C	10	160	Química Biológica	T/P/L	
Análisis I (3)	C	10	160	CBC	T/P	
Bioestratigrafía	C	7,5	120	Int. a la Botánica e Int.a la Zoología	T/P/L	
Biología Animal Sensorial	C	10	160	Fisiología Animal Comparada o Int.a la Fisiología Animal o Fisiología del Comportamiento Animal o Fisiología Vegetal	T/P/L	
Biología Celular	C	10	160	Electromagnetismo y Óptica y Genética	T/P/L	
Biología Comparada de Protistas	C	10	160	Int.a la Zoología e Int.a la Botánica	T/P/L	
Biología de la Conservación	C	10	160	Ecología General y Genética	T/P/L	
Biología de la Reproducción y el Desarrollo	C	10	160	Ciclo Troncal	T/P/L	
Biología del Desarrollo Reproductivo de Plantas	C	10	160	Ciclo Troncal	T/P/L	
Biología del Desarrollo Vegetativo de Plantas	C	10	160	Ciclo Troncal	T/P/L	
Biología de Peces	C	10	160	Ciclo Troncal	T/P/L	
Biología Molecular	C	10	160	Química Biológica	T/P/L	
Biología Molecular de Microorganismos Eucariotas	C	10	160	Genética, Ecología General y Química Biológica	T/P/L	
Biometría II	C	10	160	Ciclo Troncal	T/P/L	
Bioquímica Avanzada	C	7,5	120	Química Biológica	T/P/L	
Bioquímica Avanzada: Regulación Metabólica	C	10	160	Química Biológica	T/P/L	

Biotechnología Industrial y Microbiología Aplicada (Bacterias y Arqueas)	C	7,5	120	Microbiología	T/P/L
Biotechnología Microbiana Ambiental	C	7,5	120	Microbiología	T/P/L
Biotechnología Vegetal	C	10	160	Genética y Biología Molecular o Genética Molecular o Ingeniería Genética	T/P/L
Botánica Económica	C	7,5	120	Genética o Sistemática de Plantas Vasculares	T/P/L
Citogenética	C	10	160	Genética	T/P/L
Conceptos y Técnicas de Biotechnología	C	10	160	Genética y Química Biológica	T/P/L
Ecología Ambiental	C	10	160	Ecología General	T/P/L
Ecología de Comunidades y Ecosistemas	C	10	160	Ecología General	T/P/L
Ecología de Poblaciones	C	10	160	Ecología General y Genética	T/P/L
Ecología del Comportamiento Animal	C	10	160	Ecología General y Genética	T/P/L
Ecología de Paisajes y Regiones	C	10	160	Ecología Ambiental	T/P/L
Ecología y Desarrollo	C	10	160	Ecología General	T/P/L
Ecología y Epidemiología de Infecciones Parasitarias	C	10	160	Ecología General y Genética	T/P/L
Edafología	C	7,5	120	Química Biológica	T/P/L
Elementos de Biología Floral	C	10	160	Genética y Sistemática de Plantas Vasculares	T/P/L
Endocrinología de Vertebrados	C	10	160	Genética y Fisiología Animal Comparada o Int.a la Fisiología Animal	T/P/L
Entomología	C	10	160	Invertebrados II: Crustacea y Chelicerata y Invertebrados II: Insecta y Myriapoda	T/P/L
Estructura y Función de Biomoléculas	C	10	160	Electromagnetismo y Óptica y Química Biológica	T/P/L
Ficología	C	10	160	Ciclo Troncal	T/P/L
Fisiología Animal Comparada	C	10	160	Electromagnetismo y Óptica y Genética	T/P/L
Fisiología del Comportamiento Animal	C	10	160	Genética y Fisiología Animal Comparada o Int.a la Fisiología Animal	T/P/L
Fisiología del Sistema Nervioso	C	10	160	Ciclo Troncal	T/P/L
Fisiología Vegetal	C	10	160	Genética y Química Biológica	T/P/L
Fisiología y Comportamiento de Insectos	C	10	160	Electromagnetismo y Óptica y Genética	T/P/L
Fisiotopatología Molecular	C	10	160	Química Biológica	T/P/L
Fitopatología	C	10	160	Genética	T/P/L
Fotointerpretación	C	10	160	Ciclo Troncal	T/P/L
Genética Molecular Bacteriana I	C	5	80	Genética y Microbiología	T/P/L

Genética Molecular Bacteriana II	C	5	80	Genética Molecular Bacteriana I	T/P/L
Genética de Poblaciones	C	10	160	Genética	T/P/L
Genética Molecular	C	10	160	Ciclo Troncal	T/P/L
Genética Molecular del Desarrollo	C	10	160	Genética y Química Biológica	T/P/L
Genética Toxicológica	C	10	160	Genética	T/P/L
Genética y Ecología Molecular	C	10	160	Genética	T/P/L
Genómica Aplicada	C	10	160	Biología Molecular o Genética Molecular	T/P/L
Geología Marina	C	7,5	120	Ciclo Troncal	T/P/L
Geología y Ecología Ambiental de Áreas Costeras	C	7,5	120	Ciclo Troncal	T/P/L
Geomorfología	C	10	160	Ciclo Troncal	T/P/L
Histología Animal	C	10	160	Ecología General, Electromagnetismo y Óptica y Genética	T/P/L
Historia de la Ciencia	C	7,5	120	Diez (10) asignaturas de la Licenciatura	T/P/L
Ingeniería Genética	C	10	160	Genética	T/P/L
Inmunología Celular y Molecular	C	10	160	Química Biológica	T/P/L
Instrumentación Biológica	C	7,5	120	Química Biológica	T/P/L
Introducción a la Bioinformática Molecular	C	7,5	120	Biometría, Introducción a la Biología Celular, Química Biológica e Int.a la Botánica o Int. a la Zoología	T/P/L
Introducción a la Computación	C	7,5	120	Biometría y Matemática II	T/P/L
Introducción a la Fisiología Animal	C	10	160	Electromagnetismo y Óptica	T/P/L
Introducción a la Geología (B)	C	10	160	Química General e Inorgánica I	T/P/L
Introducción a la Toxicología	C	10	160	Genética, Mecánica y Termodinámica y Química Biológica	T/P/L
Invertebrados I	C	10	160	Int.a la Botánica y Int.a la Zoología	T/P/L
Invertebrados II: Crustacea y Chelicerata	C	5	80	Ecología General, Genética, Int.a la Botánica e Int.a la Zoología	T/P/L
Invertebrados II: Insecta y Myriapoda	C	10	160	Ecología General, Genética, Int.a la Botánica e Int.a la Zoología	T/P/L
Limnología	C	10	160	Ecología General y Genética	T/P/L
Micología	C	10	160	Genética y Morfología de Criptógamas	T/P/L
Fisiología Fúngica	C	10	160	Int.a la Botánica y Química Biológica	T/P/L
Microbiología	C	10	160	Química Biológica	T/P/L

Microbiología del Suelo	C	10	160	Int.a la Biología Molecular y Celular, Int.a la Botánica e Int.a la Zoología	T/P/L
Micropaleontología	C	10	160	Ciclo Troncal	T/P/L
Morfología de Criptógamas	C	10	160	Int.a la Botánica	T/P/L
Neurobiología del Aprendizaje y la Memoria	C	10	160	Fisiología Animal Comparada o Int. a la Fisiología Animal	T/P/L
Neurofisiología Integrativa	C	10	160	Fisiología Animal Comparada o Int.a la Fisiología Animal o Fisiología del Sistema Nervioso	T/P/L
Oceanografía Biológica	C	10	160	Ecología General, Electromagnetismo y Óptica, Química Biológica, Morfología de Criptógamas o Ficología o Biología Comparada de Protistas y dos (2) materias a optar entre las siguientes 4 (cuatro): Biología de Peces, Invertebrados I, Invertebrados II: Crustacea y Chelicerata o Invertebrados II: Insecta y Myriapoda, Vertebrados	T/P/L
Oceanografía General	C	10	160	Ciclo Troncal	T/P/L
Organización y Función Celular	C	10	160	Genética y Química Biológica	T/P/L
Paleobiología	C	10	160	Evolución	T/P/L
Paleobotánica	C	10	160	Int.a la Botánica	T/P/L
Paleoecología	C	7,50	120		T/P/L
Paleontología	C	10	160	Int.a la Botánica e Int.a la Zoología	T/P/L
Paleontología de Invertebrados	C	10	160	Int.a la Botánica e Int.a la Zoología	T/P/L
Paleontología de Vertebrados	C	10	160	Vertebrados	T/P/L
Palinoestratigrafía	C	10	160	Int.a la Botánica e Int.a la Zoología	T/P/L
Química Farmacológica	C	7,5	120	Química Biológica	T/P/L
Química Fisiológica	C	10	160	Química Biológica	T/P/L
Sedimentología	C	10	160	Ciclo Troncal	T/P/L
Sistemática de Plantas Vasculares	C	10	160	Int.a la Botánica	T/P/L
Sistemática Teórica	C	10	160	Genética	T/P/L
Vertebrados	C	10	160	Ecología General, Electromagnetismo y Óptica, Genética, Int.a la Botánica e Int.a la Zoología	T/P/L
Virología Molecular	C	10	160	Microbiología	T/P/L

(1) En esta columna se indica un recorrido sugerido para los/las estudiantes pero que no puede ser considerado único.

(+) Respecto al Ciclo Superior se sugiere la siguiente recorrido alternativa:  
5to.año 2º cuatrimestre: Dos (2) asignaturas de 160hs. cada una y una (1) de 80hs.  
6to.año 1º cuatrimestre: Una (1) asignatura de 160hs., una (1) asignatura de 120hs. y una (1) de 80hs.  
6to.año 2º cuatrimestre: Dos (2) asignaturas de 160hs. cada una y una (1) de 40hs.  
Simultáneamente desde el 5to.año 2º cuatrimestre el/la estudiante estaría trabajando en su Tesis de Licenciatura.

(2) Las asignaturas correlativas se considerarán con la siguiente modalidad: trabajos prácticos aprobados para cursar, y final aprobado para rendir el final.

(3) Las asignaturas Análisis I y Álgebra I corresponden a las dictadas para la carrera de Licenciatura en Ciencias Matemáticas.

CHS: Carga Horaria Semanal

Regular: Trabajos Prácticos aprobados

C: Carácter

T/P: Teórico/Problemas

(\*)

CHT: Carga Horaria Total

Aprobada: Final aprobado

C: Cuatrimestral/B: Bimestral

T/P/L: Teórico/Problemas/Laboratorio

#### g) Carga Lectiva Total de la Carrera y el Tiempo Teórico de Duración

Duración teórica: 6 años

Carga horaria total: como mínimo CUATRO MIL QUINIENTAS DOCE (4512) horas reloj.

#### h) Contenidos mínimos correspondientes a las asignaturas obligatorias y electivas

##### ASIGNATURAS OBLIGATORIAS:

##### Primer Ciclo de Grado: Ciclo Básico Común

##### Introducción al Pensamiento Científico (40)

Modos de conocimiento: conocimiento tácito y explícito. Lenguaje y metalenguaje. Conocimiento de sentido común y conocimiento científico. Conocimiento directo y conocimiento inferencial. Ciencias formales y fácticas, sociales y humanidades. Ciencia y pensamiento crítico. Tipos de enunciados y sus condiciones veritativas. El concepto de demostración. Tipos de argumentos y criterios específicos de evaluación. Historia y estructura institucional de la ciencia: el surgimiento de la ciencia contemporánea a partir de las revoluciones copernicana y darwiniana. Cambios en la visión del mundo y del método científico. Las comunidades científicas y sus cristalizaciones institucionales. Las formas de producción y reproducción del conocimiento científico. Las sociedades científicas, las publicaciones especializadas y las instancias de enseñanza. La contrastación de hipótesis: tipos de conceptos y enunciados científicos. Conceptos cuantitativos, cualitativos, comparativos. Enunciados generales y singulares. Enunciados probabilísticos. Hipótesis auxiliares, cláusulas ceteris paribus, condiciones iniciales. Asimetría de la contrastación y holismo de la contrastación. Concepciones respecto de la estructura y el cambio de las teorías científicas: teorías como conjuntos de enunciados. El papel de la observación y la experimentación en la ciencia. Cambios normales y cambios revolucionarios en la ciencia. El problema del criterio de demarcación. El problema del progreso científico. El impacto social y ambiental de la ciencia. Ciencia, tecnología, sociedad y dilemas éticos.

##### Introducción al Conocimiento de la Sociedad y el Estado (24)

**Comentario [-----3]:** Se sugiere la siguiente redacción:

“La distribución fijada en esta columna establece un recorrido orientativo, pero no muestra un avance obligatorio por los cuatrimestres. La secuencia en el cursado de asignaturas surge de lo establecido por la columna de correlatividades y sólo está limitado por ellas”.

**Con formato:** Sangría: Izquierda: 1,27 cm, Sin viñetas ni numeración

La sociedad: conceptos básicos para su definición y análisis. Sociedad y estratificación social. Orden, cooperación y conflicto en las sociedades contemporáneas. Los actores sociopolíticos y sus organizaciones de representación e interés, como articuladores y canalizadores de demandas. Desigualdad, pobreza y exclusión social. La protesta social. Las innovaciones científicas y tecnológicas, las transformaciones en la cultura, los cambios económicos y sus consecuencias sociopolíticas. La evolución de las sociedades contemporáneas: el impacto de las tecnologías de la información y la comunicación, las variaciones demográficas y las modificaciones en el mundo del trabajo, la producción y el consumo. El Estado: definiciones y tipos de Estado. Importancia, elementos constitutivos, origen y evolución histórica del Estado. Formación y consolidación del Estado en la Argentina. Estado, nación, representación ciudadanía y participación política. Estado y régimen político: totalitarismo, autoritarismo y democracia. Las instituciones políticas de la democracia en la Argentina. El Estado en las relaciones internacionales: globalización y procesos de integración regional. Estado y modelos de desarrollo socioeconómico: el papel de las políticas públicas. Políticas públicas en economía, infraestructura, salud, ciencia y técnica, educación, con especial referencia a la universidad.

### **Biología (08)**

#### **1. Biología Celular**

El plan de organización de la materia viva. a) Niveles de organización en biología. b) Teoría celular. c) Técnicas empleadas en el estudio de la organización celular: - Análisis morfológico: Unidades de longitud y equivalencias. Microscopio de luz: Conceptos de límite de resolución y aumento. Distintos tipos de microscopio y sus aplicaciones. Microscopio electrónico. - Análisis de la composición química: técnicas histoquímicas y fraccionamiento celular. d) Células procarióticas y eucarióticas: similitudes y diferencias. La Escherichia coli como modelo de célula procariótica. e) Virus: sus componentes. f) Organización general de las células eucarióticas: forma y tamaño. Diversidad morfológica y distintos elementos constitutivos: compartimientos intracelulares, citoplasma y núcleo. Membrana plasmática, organoides e inclusiones, sistema de endomembranas. Células animales y vegetales.

2. Composición química de los seres vivos: a) Macromoléculas: proteínas, Ácidos nucleicos, lípidos y azúcares. b) Otros componentes: agua, iones, aminoácidos, nucleótidos, etc. c) Ácidos nucleicos: bases nitrogenadas, nucleósidos, nucleótidos. Polinucleótidos. Ácido desoxirribonucleico: composición química y características estructurales: modelo de Watson y Crick. Ácido ribonucleico: composición química y diferentes tipos. d) Proteínas: aminoácidos y unión peptídica. - Estructura primaria, secundaria, terciaria, cuaternaria de las proteínas. - Proteínas estructurales y enzimáticas. - Enzimas: la regulación de su actividad. e) Azúcares: monosacáridos, disacáridos y polisacáridos. Glucoproteínas. f) Lípidos: triglicéridos, fosfolípidos y colesterol. 3. La superficie celular, el sistema de endomembranas y el proceso de secreción celular: a) Membrana plasmática: composición química y estructura. b) Modelos moleculares de la membrana celular: el modelo del mosaico fluido de Singer. c) Las membranas como elementos delimitadores de compartimientos. d) Permeabilidad celular: activa y pasiva. e) La superficie celular y los fenómenos de interrelación celular: reconocimiento celular, los receptores celulares, comunicación intercelular, funciones enzimáticas de la superficie celular. f) Diferenciaciones de la membrana plasmática. g) Aspectos dinámicos de la membrana: pinocitosis, fagocitosis y exocitosis. h) Sistema de endomembranas o sistema vacuolar: retículo endoplásmico, características estructurales generales, sus diferentes porciones y aspectos funcionales. i) El complejo de Golgi: estructura y función. j) Integración del sistema de membranas: la secreción celular. k) Citoplasma fundamental y citoesqueleto: microtúbulos: organización molecular; cilios, flagelos y microfilamentos. 4. El sistema de endomembrana y digestión celular: a) La digestión celular y los lisosomas. - Características estructurales y bioquímicas: enzimas hidrolíticas. - Tipos de lisosomas: primarios y secundarios (vacuola digestiva, vacuola autofágica y cuerpo residual) - Ciclo lisosomal y patologías asociadas. b) Peroxisomas y glioxisomas: estructura, función y origen. 5. La transducción de energía: a) Mitocondrias: - Características morfológicas, tamaño, orientación, distribución y número. - Estructura: membranas externas e internas, matriz mitocondrial: características y funciones. - Aspectos funcionales de las mitocondrias: ciclo de Krebs, fosforilación oxidativa y cadena respiratoria. - Biogénesis mitocondrial: ADN mitocondrial, su posible origen procariótico. b) Cloroplastos: - Características morfológicas, tamaño, distribución y número. - Estructura: membrana externa, tilacoides, estroma. - Aspectos funcionales: etapas dependientes y no dependientes de la luz. - Biogénesis de los cloroplastos: ADN, su posible origen procariótico.

6. El núcleo interfásico y el ciclo celular: a) Núcleo interfásico: - La envoltura nuclear: membrana nuclear, poros y complejo del poro. - Contenido nuclear: la cromatina. a.1. Composición química y organización estructural: nucleosomas, fibra fina y fibra gruesa. a.2. Los cromosomas: características estructurales y la teoría unimérica. a.3. Eucromatina y heterocromatina: significación funcional. a.4. Nucleolo: ultraestructura, porciones granular y fibrilar. b) Ciclo celular: - Períodos del ciclo celular y eventos moleculares más importantes. c) Duplicación del ADN: - Características de la duplicación del ADN (semiconservadora, bidireccional discontinua y asincrónica). Enzimas participantes. - Enzimas que intervienen en la duplicación y papel del ARN.

7. Genética molecular: la transcripción. a) El dogma central de la biología molecular. b) Transcripción: características generales y procesamientos de los distintos tipos de ARN. - Procesamiento del ARN mensajero: secuencias intercaladas. - Procesamiento del ARN ribosomal: organizador nucleolar, genes determinantes del ARN, papel del nucleolo. - Procesamiento del ARN de transferencia. c) Ribosomas: composición química, estructura y biogénesis. d) El código genético: concepto de codón y anticodón, universalidad del código genético. Efectos de las mutaciones sobre la síntesis proteica.

8. La síntesis proteica: a) Elementos celulares involucrados: diferentes ARN, ribosomas, enzimas. b) El ARNT y su papel en la traducción: fidelidad en la síntesis, los ARNT. c) Etapas de la síntesis proteica: iniciación, elongación y terminación. Factores intervinientes y requerimientos energéticos. d) Correlatos espaciales de la síntesis: proteínas de exportación, intracelulares y de membrana. Hipótesis del péptido señal. e) Regulación genética en eucariontes: ARN polimerasa, ADN repetitivo, proteínas histónicas y no histónicas.

9. La división celular: a) Mitosis y meiosis, Características generales de ambos procesos, descripción de sus fases, similitudes y diferencias, su significado biológico.

10. Herencia: a) Bases celulares y moleculares de la herencia. b) Genes, locus, alelos. c) Genes dominantes y recesivos: organismos homo y heterocigotas para un determinado carácter. d) Genotipo y fenotipo. e) Las leyes de Mendel: ley de la segregación y ley de la distribución. f) Ligamiento y recombinación. g) Mutaciones. h) Aberraciones cromosómicas: alteraciones en el número y en la estructura cromosómica.

### **Física (03)**

Contenidos mínimos: 1. Cinemática: sistema de coordenadas espaciales de referencia, descripción de una partícula: posición, velocidad, aceleración, tiempo. Tratamiento vectorial. Representaciones gráficas. Velocidad media e instantánea. Trayectoria. Movimiento uniforme rectilíneo. Movimiento uniforme curvilíneo. Movimientos uniformes rectilíneos relativos. Problemas de encuentro en la recta y en el plano. Movimiento uniformemente variado. Tiro en el vacío. Superposición de movimientos. Problemas de encuentros en tiros en el vacío. Aceleración centrípeta y tangencial. Movimiento circular uniforme. Movimientos curvilíneos variados. Movimiento relativo.

2. Dinámica: principio de inercia. Principio de masa. Principio de interacción (las tres leyes de Newton). Diferentes tipos de interacción: elástica, electrostática, gravitatoria, otras. Tratamiento de Mach. Problemas de dinámica de la partícula: plano inclinado, fuerzas de rozamiento. Fuerza tangencial y centrípeta, dinámica del movimiento circular uniforme. Ejemplos de laboratorio y casos de gravitación con órbitas circulares. Ley de gravitación. Masa inercial y masa gravitatoria. Casos más generales de movimientos y estudio cualitativo de sus fuerzas: órbitas no circulares. Péndulo, movimiento oscilatorio. Principio de relatividad de Galileo. Sistemas inerciales y no inerciales.

3. Estática: equilibrio de una partícula. Particularización de las leyes dinámicas para el caso estático de la partícula. Condiciones de equilibrio. Composición y descomposición de fuerzas. Fuerzas de vínculo. Equilibrio de sistemas de partículas. El cuerpo rígido considerado como un particular sistema de partículas. Otros sistemas de partículas no rígidos. Condiciones de equilibrio del cuerpo rígido. Cuplas, momentos de una fuerza y de un sistema de fuerzas. Equilibrante. Resultante. Equilibrio de cuerpos suspendidos y apoyados. Centro de gravedad. Máquinas simples: palanca, poleas, balanza, tomo, plano inclinado, aparejos. Trabajos virtuales.

4. Energía: trabajo de una fuerza. Energía cinética. Energía potencial. Potencia. Mención de formas más generales del enunciado del principio de conservación de la energía: energía química, eléctrica, térmica, ejemplos de transformación. Potenciales elásticos y gravitatorios.

5. Leyes de conservación: impulso y cantidad de movimiento. Choques elásticos, inelásticos y plásticos en una y dos dimensiones.

**Comentario [-----4]:** Deben reemplazarse por los contenidos aprobados por Res. CS N° 1686/14.

### **Química (05)**

Sistemas Materiales: características de la materia. Cambios de estado. Clasificación de los sistemas materiales. Sustancias puras y mezclas. Estructura atómica y clasificación periódica. Composición atómica. Partículas subatómicas: protones, neutrones y electrones. Número atómico y número másico. Isótopos. Iones: cationes y aniones. Estructura electrónica de los átomos. Modelo de Bohr y modelo orbital. Orbitales atómicos. Niveles y subniveles electrónicos. Configuración electrónica. Configuración electrónica externa. Tabla periódica de los elementos. Clasificación de los elementos. Periodos y grupos. Tendencias periódicas en las propiedades de los átomos: radio atómico, electronegatividad y energía de ionización. Uniones químicas y nomenclatura. Uniones químicas. Tipos de unión química; iónica, covalente, metálica. Unión covalente simple, múltiple y coordinada (dativa). Estructuras de Lewis. Características del enlace covalente: longitud, energía y polaridad. Número de oxidación y nomenclatura. Concepto de número de oxidación. Nomenclatura de compuestos inorgánicos binarios, terciarios y cuaternarios. Fuerzas de atracción entre partículas y propiedades físicas de las sustancias. Estructura tridimensional. Teoría de repulsión de pares electrónicos de valencia, (TRPEV). Geometría molecular. Polaridad de moléculas. Geometría de iones poliatómicos. Fuerzas de atracción entre partículas. Redes cristalinas. Fuerzas intermoleculares: London, dipolo-dipolo y puente de hidrógeno. Relación entre la estructura y las propiedades de las sustancias. Punto de fusión, punto de ebullición y solubilidad. Magnitudes atómicas y moleculares. Masa atómica, masa molecular, cantidad de materia (mol), masa molar, volumen molar. Constante de Avogadro. Gases ideales. Propiedades de los gases. Nociones de la teoría cinético-molecular. Hipótesis de Avogadro. Ecuación general de estado del gas ideal. Mezcla de gases. Presiones parciales. Fracción molar. Soluciones. Solutos y solventes. Distintos tipos de soluciones. Formas de expresar la concentración de las soluciones: % m/m, % m/V, % V/V, molaridad, partes por millón. Soluciones acuosas de compuestos iónicos, disociación, electrolitos. Variación de la concentración por dilución. Mezcla de soluciones. Reacciones químicas. Concepto de reacción química. Ecuaciones químicas. Distintos tipos de reacciones químicas. Balance de ecuaciones químicas. Reacciones químicas que experimentan cambios en el número de oxidación: balance de ecuaciones por método de ion electrón en medio ácido y en medio básico. Cálculos estequiométricos. Reactivo limitante. Pureza de reactivos. Rendimiento de reacción. Equilibrio químico. Concepto de equilibrio químico. Constante de equilibrio y su significado. Cociente de reacción. Perturbaciones a un sistema en equilibrio. Principio de Le Chatelier. Cinética Química. Nociones de Cinética Química. Curva de concentraciones de reactivos y productos en función del tiempo. Expresión genérica de velocidad de reacción. Ácidos y bases. Concepto de ácido y de base. Teoría de Arrhenius. Teoría de Bronsted y Lowry. Autoionización del agua. Escala de pH. Ácidos y bases fuertes. Equilibrio ácido-base.

### **Matemática (61)**

Elementos básicos de lógica y de la teoría de conjuntos. Operaciones con números reales. Conjuntos numéricos: Los números reales. Intervalos. Ecuaciones e inecuaciones en el conjunto de números reales. Operaciones con conjuntos de números reales. Funciones: Funciones reales de una variable. Gráfico. Funciones lineales, cuadráticas, polinómicas y racionales. Noción de límite. Asíntotas. Continuidad. Teorema de Bolzano. Intervalos de positividad y negatividad de una función. Composición de funciones. Función inversa. Funciones exponencial y logarítmica. Funciones trigonométricas. Derivadas: Recta tangente y noción de derivada. Reglas de derivación. Teoremas del valor medio y sus aplicaciones. Intervalos de crecimiento y de decrecimiento. Extremos. Concavidad y puntos de inflexión. Regla de L'Hospital. Construcción de curvas. Problemas de optimización. Integrales: Primitiva de una función. Métodos de integración. Integral definida. Teorema fundamental del cálculo. Regla de Barrow. Cálculo de áreas. Aplicación a la resolución de ecuaciones diferenciales. Álgebra lineal y geometría analítica: Sistemas de ecuaciones lineales. Método de Gauss. Matrices. Operaciones. Vectores en el plano y en el espacio. Producto escalar, vectorial y mixto. Planos y rectas en el espacio. Análisis combinatorio: Principio de multiplicación. Problemas de aplicación: permutaciones combinaciones y variaciones.

---

### **Segundo Ciclo de Grado: Ciclo Troncal**

#### **Biometría**

Definiciones: Unidad experimental, Muestra, Población. Planteo de objetivos, hipótesis biológicas, hipótesis estadísticas. Variables aleatorias: sus distintos tipos, errores muestrales y no muestrales. Estadística Descriptiva:

Medidas de tendencia central, dispersión, posición y forma. Teoría de Probabilidades, distribución en probabilidades, función de densidad y de distribución. Distribución de variables aleatorias discretas y continuas. Distribución muestral de un estadístico. Error estándar. Teorema Central del Límite. Estimador puntual y Estimación por intervalos de confianza. Inferencia Estadística. Prueba de hipótesis y sus elementos. Error de tipo I y II. Prueba de hipótesis para una muestra. Cálculo del p valor. Pruebas de hipótesis para dos muestras independientes y dos muestras pareadas. Análisis de frecuencias: Prueba Chi-cuadrado de bondad de ajuste, de independencia y de homogeneidad. Análisis de la Varianza: Anova de uno y dos factores fijos. Comparaciones planeadas y no planeadas. Métodos de comparaciones. Diseño completamente aleatorizado (DCA). Diseño en bloques al azar (DBA). Regresión y Correlación. Modelo de regresión lineal simple. Evaluación de la regresión. Coeficiente de determinación R<sup>2</sup>. Intervalos de predicción y confianza. Modelo de correlación lineal. Coeficiente de correlación lineal de Pearson. Prueba de significación de la correlación

### **Ecología General**

Introducción a la Ecología: definición, preguntas y ramas de la Ecología. Niveles de organización en ecología. Enfoques básicos (descriptivo, funcional, evolutivo). Diseño de investigación científica en ecología. Construcción de hipótesis y diseño experimental.

Distribución y adaptaciones de los organismos a su ambiente: ecología evolutiva (eficacia biológica, evolución por selección natural) y ecofisiología (curvas de tolerancia, óptimos fisiológicos, aclimatación); condiciones y recursos; nicho ecológico de una especie.

Ecología de poblaciones: atributos (estructura y dinámica), técnicas de muestreo y estimadores de la abundancia, disposición espacial; estadística vital (historias de vida, tablas de vida, curvas de supervivencia), modelos de crecimiento poblacional (con/sin densodependencia/estadio, continuo/discreto, determinístico/estocástico); interacciones intra e interespecíficas, modelos matemáticos de competencia interespecífica y depredador-presa, respuesta numérica y funcional del depredador; depredadores generalistas, especialistas, oportunistas y selectivos; parasitismo. Regulación poblacional. Aplicaciones de la ecología de poblaciones.

Ecología de comunidades: atributos (estructura y dinámica), especies claves, gremios y grupos funcionales, tramas y niveles tróficos, controles *top-down* y *bottom-up*. Determinantes de la estructura de las comunidades: modelo de filtros, nicho ecológico e interacciones, modelo de biogeografía de islas, sucesión ecológica. Patrones latitudinales de biodiversidad. Invasiones biológicas. Aplicaciones de la ecología de comunidades.

Ecología de ecosistemas: flujo de materia y energía, productividad primaria, descomposición y respiración, patrones de distribución de la productividad primaria y los factores limitantes, eficiencia de la transmisión de la energía en ecosistemas, diferencias entre ecosistemas terrestres y acuáticos. Pirámides de energía, biomasa y productividad. Ciclos biogeoquímicos. Aplicaciones de la ecología de ecosistemas.

Ecología del paisaje: ¿qué estudia y cuáles son sus aplicaciones?, concepto de escala y heterogeneidad espacial, nociones de herramientas geoespaciales, componentes del paisaje (estructura, función y cambio). Fragmentación del hábitat y efecto de borde, conectividad, heterogeneidad. Regiones y eco-regiones.

Cambios a escala global en la composición de la atmósfera, ciclo del nitrógeno y patrones de uso de la tierra. Cambio climático. Amenazas a la diversidad biológica. Contaminación. Conservación y restauración.

### **Electromagnetismo y Óptica**

Electrostática. Conductores y dieléctricos. Corriente eléctrica. Fuerza electromotriz. Amperímetros y voltímetros. Magnetismo. Ley de Ampere. Inducción electromagnética. Circuitos de corriente alterna y continua. Ondas planas. Naturaleza ondulatoria de la luz. Espectro electromagnético. Óptica geométrica. Ley de Snell. Lentes delgadas e instrumentos ópticos. Óptica física. Fenómenos de interferencia. Difracción de la luz. Polarización. Montaje y ejecución de experimentos.

### **Evolución**

Pensamiento evolutivo. Darwinismo. Microevolución. Variación hereditaria. Selección natural. Deriva génica. Endogamia. Tamaño efectivo. Efecto fundador. Migración. Flujo génico. Teoría Neutralista. Especie. Barreras al flujo génico. Especiación. Alopatría. Simpatría. Parapatría. Especiación Ecológica. Macroevolución. Diversidad y clasificación. Paleobiología. Programa adaptacionista. Selección de especies. Deriva de especies. Especiación direccional. Novedades evolutivas. Evolución y Desarrollo. Selección Sexual. Evolución Humana.

### **Genética**

Genes y Cromosomas: Leyes de Mendel y sus extensiones. Teoría cromosómica de la herencia. Interacciones alélicas. Estructura, función y organización de los cromosomas y genomas eucarióticos. Mapeo genético, físico y genómico. Herencia de genes extranucleares. Genética de bacterias y bacteriófagos. Dinámica de la Diversidad Genética: Mutagénesis. Transposición. Alteraciones cromosómicas estructurales y numéricas. Genética de poblaciones. Genética de los caracteres de variación continua. Genética y Biodiversidad. Regulación de la Expresión Genética (del genotipo al fenotipo): Organización de los genes. Regulación de la expresión génica. Regulación de los sistemas reproductivos y su determinación genética. Genética del Desarrollo. Epigenética y epigenómica. Del genoma al fenoma. Bioinformática. Genética Aplicada: Genotipificación. Transferencia artificial de genes y tecnología del ADN recombinante. Mejoramiento Genético. Aplicaciones a la salud humana. Genética del Cáncer. Genética y ambiente.

### **Introducción a la Biología Molecular y Celular**

ADN, ARN, proteínas. Enzimas. Genes procariotas y eucariotas. Transcripción, procesamiento del ARN mensajero, traducción. Regulación de la expresión genética. Ingeniería genética. Membrana plasmática. Organelos membranosos. Tránsito vesicular interno. Direccionamiento de proteínas. Fotosíntesis, respiración aerobia y fermentación. Transducción de señales y ciclo celular. Inmunología. Citoesqueleto.

### **Introducción a la Botánica**

Estudio de la estructura celular de los organismos eucarióticos fotosintéticos, la exomorfología y la anatomía de las plantas terrestres, su desarrollo, ciclo de vida, reproducción, adaptaciones e interacción con el ambiente y diversos agentes bióticos, su evolución, diversidad e importancia económica. En esta asignatura se enseña la base del funcionamiento de las plantas: respiración, fotosíntesis, nutrición, regulación del desarrollo y algunas vías del metabolismo primario que son particulares del reino. Estos contenidos se vierten con el énfasis puesto en aspectos ecofisiológicos y evolutivos. Por otro lado, se aborda el estudio de las algas y los hongos verdaderos: la estructura del talo, ciclos de vida, diversidad e importancia económica.

### **Introducción a la Zoología**

Marco evolutivo, origen y diversificación de Metazoa. Distribución de los animales como resultado de procesos históricos y actuales. Cladismo y evolucionismo. Principios de nomenclatura zoológica. Reproducción y Desarrollo embrionario y larval. Niveles de organización. Principios funcionales, anatómicos, ontogenéticos y evolutivos de los distintos taxones animales. Principales planes estructurales-funcionales. Nociones de comportamiento animal y adaptaciones al ambiente. Importancia económica y sanitaria.

### **Matemática I**

Vectores en  $R^2$  y  $R^3$ . Producto escalar y ortogonalidad. Producto vectorial. Geometría lineal. Sistemas de ecuaciones lineales. Álgebra de matrices. Números complejos. Autovalores y autovectores. Funciones de 2 y 3 variables. Curvas y superficies de nivel. Derivadas parciales. Plano tangente al gráfico de una función. Aproximación lineal y polinomial. Extremos de funciones de 2 y 3 variables. Ecuaciones diferenciales. Método de separación de variables. Ecuaciones diferenciales lineales de primer orden. Sistemas de ecuaciones diferenciales lineales de primer orden con coeficientes constantes.

### **Matemática II**

Métodos numéricos para la solución de ecuaciones no lineales. Aproximación de funciones: Interpolación polinomial y por splines. Métodos numéricos para ecuaciones diferenciales ordinarias. Análisis de datos: Cuadrados mínimos. Análisis de componentes principales. Clustering. Transformada de Fourier Discreta (DFT) y transformada rápida de Fourier (FFT). Filtros. Cadenas de Markov. Aplicaciones de los distintos conceptos matemáticos a ejemplos biológicos concretos. Introducción al uso de software matemático apropiado para aplicaciones a la biología.

### **Mecánica y Termodinámica**

Cinemática y dinámica de la partícula. Interacción elástica. Movimiento armónico. Leyes de conservación. Estática. Nociones de medios continuos, tensión superficial, presión osmótica, viscosidad. Termodinámica: principios y aplicaciones. Calorimetría. Entropía. Potenciales termodinámicos. Ecuación de estado. Equilibrios de fase. Procesos termodinámicos. Mecanismos de transporte, difusión y caminata al azar. Montaje y ejecución de experimentos.

#### **Química Biológica**

Moléculas presentes en los seres vivos. Estructura química, abundancias relativas y organización espacial y temporal en el contexto de la biología celular. Técnicas para la cuantificación y caracterización de moléculas biológicas. Relaciones entre secuencia, estructura, dinámica conformacional y actividad en proteínas y ácidos nucleicos. La catálisis biológica, las interacciones antígeno-anticuerpo y la regulación de la expresión génica como casos de estudio. Síntesis y degradación de ácidos nucleicos, hidratos de carbono, lípidos y proteínas. Compuestos involucrados, reacciones relevantes y su caracterización termodinámica y cinética. Regulación metabólica. Conceptos de homeostasis, camino metabólico y red metabólica. Organización espacial y temporal del metabolismo. Mecanismos de detección de cambios en el medio intracelular y extracelular mediante sistemas coordinados de moléculas. Los mecanismos hormonales como caso de estudio. Balances de materia y energía en el metabolismo. Ciclo de Krebs, fotosíntesis y cadena respiratoria. Fenómenos de transporte. Metabolismos heterótrofos y autótrofos. Relación con los balances de materia y energía en otras escalas de organización.

#### **Química General e Inorgánica I**

Sistemas materiales. Estructura atómico molecular. Clasificación periódica. Geometría y polaridad de las moléculas. Uniones químicas. Modelos de Lewis, enlace de valencia y Orbitales moleculares. Orbitales Híbridos. Tendencias periódicas de los elementos y los compuestos representativos. Estados de Agregación de la Materia: Interacciones intermoleculares, Teoría cinética de los gases. Cinética química: Velocidad de reacción. Ecuación de Arrhenius. Mecanismos de reacción, paso determinante de la velocidad. Teoría del complejo activado. Primero y segundo principio de la Termodinámica. Termoquímica. Equilibrio de fases, soluciones ideales, Ley de Raoult. Solubilidad de gases, Ley de Henry. Propiedades coligativas. Equilibrio químico. Reacciones de óxido-reducción en solución. Pilas, electrólisis. Equilibrios iónicos: Acido-base, Solubilidad de sales.

#### **Química Orgánica**

Estructura y propiedades de los compuestos orgánicos. Nomenclatura. Estereoquímica. Reacciones características de los distintos grupos funcionales presentes en los compuestos orgánicos y sus mecanismos. Acidez y basicidad. Utilización de métodos espectroscópicos (IR, UV, RMN, EM) para la elucidación de la estructura de compuestos. Estructura y reacciones de compuestos bioorgánicos (hidratos de carbono: mono, oligo y polisacáridos; lípidos saponificables y no saponificables; aminoácidos, péptidos y proteínas; nucleósidos, nucleótidos y ácidos nucleicos).

---

### **Segundo Ciclo de Grado: Ciclo Superior**

#### **Álgebra I**

Operaciones entre conjuntos. Particiones. Conjunto cociente. Principio de inducción completa. Análisis Combinatorio: permutaciones, combinaciones y variaciones. Números enteros: divisibilidad. Congruencias. Números racionales e irracionales. Números complejos, raíces  $n$ -ésimas de la unidad. Polinomios: raíces, divisibilidad, teorema de Gauss.

#### **Análisis Biológicos I**

Estudio de hematología, hemostasia y bioquímica clínica. Se estudia la fisiología y patología humana de los siguientes sistemas: cardíaco, hepático, renal y páncreas. Se brinda información sobre un amplio perfil de determinaciones hematológicas, de hemostasia, citológicas y de bioquímica clínica que orientan y aportan al

diagnóstico de gran cantidad de enfermedades. Asimismo se analizan métodos de diagnóstico tumoral y de enfermedades genéticas.

### **Análisis I**

Funciones: exponencial y logaritmo (modelos que las utilizan), límite y continuidad. Propiedades de las funciones continuas: teoremas del valor medio y de Bolzano. Derivadas de funciones de una variable real: recta tangente y recta normal. Reglas de derivación y regla de la cadena. Derivada de la función inversa. Teoremas de Rolle, Lagrange y Cauchy. Polinomio de Taylor: acotación de errores. Extremos de funciones, problemas de máximos y mínimos. Primitivas: métodos de sustitución, partes y fracciones simples. Integrales definidas: teorema fundamental del cálculo, regla de Barrow, área de regiones limitadas por curvas. Ecuaciones diferenciales lineales: método de variación de los parámetros. Ecuaciones a variables separadas.

### **Bioestratigrafía**

Unidades geocronológicas y estratigráficas. Correlación. Clasificación. Arqueozoico y Proterozoico. División. Origen y evolución de la Atmósfera y la Hidrosfera. Glaciaciones. Origen y evolución de la vida. Paleontología precámbrica: principales biotas precámbricas. La fauna de Ediacara. Paleozoico: División y límites. Biozonaciones. Rasgos paleogeográficos: áreas gondwánicas y sus faunas. Características biológicas. Provincialismo. La crisis evolutiva del final del Pérmico. Mesozoico: División y límites. Biozonaciones. Rasgos paleogeográficos: áreas gondwánicas y sus faunas. Características biológicas. Provincialismo. Crisis evolutiva del final del Cretácico. Cenozoico: División y límites. Biozonaciones. Rasgos paleogeográficos: áreas terciarias de América del Sur y otras regiones australes. Características biológicas.

### **Biología Animal Sensorial**

BIOLOGÍA SENSORIAL ANIMAL. El estudio de la interacción o intercambio de información entre ambiente-animal o entre organismos en el marco de la teoría de la información. Esto se logra haciendo hincapié en la física de la generación, propagación y propiedades de los estímulos, así como en los mecanismos de detección y transducción de las señales por parte de los receptores primarios de los animales. Funciones biológicas de la información sensorial. Medida de la información. Transmisión de la información (el estímulo). Detección de la Información (la señal). Codificación de la Información.

ECOLOGÍA Y FISIOLÓGIA SENSORIAL. Luz. Foto transducción. Ecología de la visión. Sonido. La transducción mecánica. Ecología de la audición. Sistema somatosensorial. El sentido corporal y el tacto. La señal térmica. La señal química. Sistema quimiosensorial. Transducción olfatoria. La transducción del gusto. Otros estímulos.

### **Biología Celular**

Origen de las células. Características generales. Niveles de organización. Células procariotas y eucariotas. Las organelas. Endosimbiosis. Composición química y organización molecular de la membrana plasmática. Funciones de la membrana plasmática. Transporte a través de la membrana plasmática. Endocitosis, fagocitosis, pinocitosis. Acuaporinas. Compartimentación de la célula eucariota. El sistema de membranas. Transporte núcleo-citoplasma. Transporte hacia mitocondrias, cloroplastos y peroxisomas. Origen y evolución de mitocondrias y cloroplastos. Las membranas mitocondriales. El ADN mitocondrial. Estructura y función del citoesqueleto. Centríolos Cilias y flagelos. Ciclo celular. Control del ciclo celular. Ciclinas. Ciclo celular y cáncer. Características particulares de la célula vegetal. Señalización en la superficie celular. Receptores de membrana. Transducción de señales. Segundos mensajeros. Uniones intercelulares. Sistemas moleculares de reconocimiento entre células. Adhesión intercelular. Matriz extracelular. El cilio primario. Exosomas. Células madres embrionarias y adultas. Su importancia en la medicina. Células madres y bioética. Células madres y cáncer. División asimétrica. El nicho celular. Senescencia celular. Teorías. Senescencia replicativa. El límite de Hayflick. Biomarcadores de senescencia. Los telómeros. Su significado y rol en senescencia. Inestabilidad cromosómica. Genes de senescencia. Propiedades de las células cancerosas. Transformación celular en cultivo. Virus tumorales. Oncogenes. Proto-oncogenes. Genes supresores de tumores. Invasión y metástasis.

### **Biología Comparada de Protistas**

Distintos aspectos de la célula de protistas, cubiertas externas, citoesqueleto, organelas, núcleo. Tipos de locomoción, nutrición, reproducción, ecología, evolución, filogenia y aplicaciones biotecnológicas de protistas.

Reconocimiento de la diversidad de protistas y sus estructuras celulares al microscopio óptico. Desarrollo de ensayos *in vivo* con protistas.

### **Biología de la Conservación**

Fundamentos. La crisis ambiental. Principios de la Biología de la Conservación. Componentes, cuantificación y valor de la biodiversidad. Bienes y servicios ambientales. Biodiversidad y funcionamiento del ecosistema. Amenazas a la biodiversidad. Extinciones históricas, recientes, naturales y producidas por el hombre. Causas de extinción. Vulnerabilidad a la extinción. Tasas de extinción. Los problemas de las poblaciones pequeñas. Análisis de Viabilidad Poblacional. Importancia de la diversidad genética. Tamaño poblacional efectivo. Pérdida de variabilidad genética. Depresión por endogamia. Población mínima viable. Degradación, sustitución y pérdida de hábitat. Contaminación. Fragmentación. Desertificación. Implicancias del cambio climático para la conservación. Impactos de especies introducidas. Características de especies invasoras. Manejo de recursos naturales. Explotación sustentable. Rendimiento óptimo. Producción máxima sostenible. Sobreexplotación. Conservación in situ. Áreas protegidas. Diseño de reservas. Selección de áreas prioritarias. Manejo de reservas. Restauración de hábitat. Conservación ex situ. Cría en cautiverio. Reintroducción. Categorías de conservación. Economía Ecológica. Valoración económica de la biodiversidad. Conservación local. Conocimiento ecológico tradicional. Integración del conocimiento científico con la acción conservacionista. Ética ambiental. Educación para la conservación. Legislación y política ambiental. Desafíos para la conservación en América Latina.

### **Biología de la Reproducción y el Desarrollo**

Síntesis histórica de la Biología del Desarrollo. Metodología para su estudio y modelos biológicos utilizados. Gametogénesis: oogénesis y espermatogénesis. Control endócrino de ambos procesos. Fecundación: cambios moleculares y morfológicos. Estrategias de la reproducción en los diferentes animales. Segmentación y establecimiento de la polaridad. Gastrulación. Importancia de los distintos movimientos gastrulares en el establecimiento de las tres capas germinales en los diferentes grupos animales. Anexos embrionarios (amnios, serosa, saco vitelino y alantoides). Placentación. Organogénesis: derivados endodérmicos, mesodérmicos y ectodérmicos. Células de la cresta neural y derivados. Placodes. Metamorfosis: insectos, anfibios. Alteraciones genéticas y ambientales en el desarrollo. Teratogénesis. Epigenética en el desarrollo y la diferenciación.

### **Biología del Desarrollo Reproductivo de Plantas**

~~Se abordan los~~ aspectos estructurales, fisiológicos, bioquímicos y moleculares que subyacen en el desarrollo reproductivo de las plantas vasculares. Angiospermas y Gimnospermas. Biología del desarrollo floral. Sexualidad. Desarrollo de gametangios. Microsporogénesis y megasporogénesis. Gametófitos masculino y femenino. Grano de polen y tubo polínico. Polinización. Los tejidos del estigma y del estilo especializados en la germinación y en el crecimiento de los tubos polínicos. Doble fecundación en Angiospermas. Fecundación en Gimnospermas. La herencia citoplasmática: uniparental y biparental. Embriogénesis. Endospermogénesis. Desarrollo de las semillas endospermadas, exendospermadas, perispermadas y protálicas. Apomixis. Embriogénesis somática. Desarrollo del fruto.

### **Biología del Desarrollo Vegetativo de Plantas**

~~Se abordan los~~ aspectos estructurales, fisiológicos, bioquímicos y moleculares que subyacen en el desarrollo vegetativo de las plantas vasculares. Células, tejidos y órganos vegetativos. Meristemas apicales y laterales. Meristemas intercalares. Parénquima, colénquima y esclerénquima. Epidermis. Xilema y floema. Estructuras secretoras: Espacios secretores. Laticíferos, Nectarios, Osmóforos. Tallo. Hoja. Raíz.

### **Biología de Peces**

Anatomía externa. Origen filogenético y ontogénico de los sistemas. Cráneo. Esqueleto axial y apendicular. Sistema muscular, alimentario, urogenital, circulatorio, ventilatorio, neuroendócrino, comportamiento sexual y estrategias reproductivas. Desarrollo embrionario y larval. Edad y crecimiento. Adaptaciones al ambiente. Tipos ecomorfológicos. Migraciones. Biogeografía. Sistemas de reproducción. Piscicultura. Recursos pesqueros. Gestión

y monitoreo. Ictiopatología. Ecotoxicología. Respuestas a disruptores endócrinos. Especies introducidas e impacto. Sistemática y diversidad actual con énfasis en especies autóctonas.

### **Biología Molecular**

Duplicación de la información genética. Características generales de la replicación. Telómeros y telomerasas. Replicación en eucariotas inferiores y superiores. Replicación del DNA y el ciclo celular. Elongación y DNA polimerasas. Replicación y organización de la cromatina. Mantenimiento de la integridad genómica. Ciclo celular. Regulación proliferación y crecimiento celular. Reparación del DNA. Senescencia. Envejecimiento. Senescencia y cáncer. Procesamiento del RNA. Intrones. Splicing. Spliceosoma. Splicing alternativo. Splicing de intrones de tRNA. Capping. Poliadenilación. Procesamiento alternativo de precursores de los ARN nucleares. Coordinación de los eventos de procesamiento de los precursores de los ARN mensajeros. Edición del ARN. Control de calidad del ARN mensajero. Transporte de ARN mensajeros. Cromatina. Organización de la cromatina. Modificaciones epigenéticas. Heterocromatina. Epigenética y desarrollo. Epigenética y comportamiento. Transcripción. Mecanismo general de transcripción en eucariotas. Iniciación, Elongación y Terminación de la transcripción. Acoplamiento transcripción-procesamiento. Regulación de la transcripción. RNAs no codificantes. Traducción. Iniciación, elongación y terminación de la traducción. Mecanismos de regulación en la iniciación y la elongación. Traducción localizada.

### **Biología Molecular de Microorganismos Eucariotas**

Teorías sobre el origen de los organismos eucariotas. Dobles endosimbiontes: Cryptomonad y Clorarachnean. Compactación y reducción de los genomas eucariotas: Nucleomorphs y Microsporidia. Adaptaciones biológicas y aspectos morfológicos particulares, ciclos de vida y mecanismos moleculares sobresalientes (Ej. Variación antigénica, transcripción policistrónica, trans-splicing, ARN interferencia, edición de ARN) de distintos grupos de microorganismos eucariotas. Amitocondriados: Parabasalia (Ej. *Trichomonas vaginalis*) y Diplomonadida (Ej. *Giardia spp*) y Entamoeba. Kinetoplastida (Ej. *Trypanosoma brucei*, *Trypanosoma cruzi* y *Leishmania spp*). Apicomplexa: *Plasmodium spp* y *Toxoplasma gondii*. Phylum Ciliata: *Paramecium* y *Tetrahymena spp*). Mycetozoa: *Dictyostelium discoideum* como modelo de Estructura social, morfogénesis y diferenciación celular de eucariotas pluricelulares. Eco-Epidemiología Molecular: Modelo de *Trypanosoma cruzi*. Proyectos genoma, Post-genómica y Bioinformática aplicada a los organismo en estudio.

### **Biometría II**

Modelos estadísticos. Diseño experimental: aleatorización, replicación, seudorreplicación, control del error. Diseño completamente aleatorizado, de bloques al azar, factorial, anidado, de parcela dividida, de medidas repetidas. Modelos lineales generales simples y múltiples. Análisis de la varianza y regresión lineal. Comparaciones múltiples. Predictoras cuantitativas y categóricas. Colinealidad. Interacción. Supuestos. Modelado de varianza. Selección de modelos. Criterios de información. Pruebas no paramétricas. Modelos no lineales. Modelos lineales generalizados. Distribución de Poisson y binomial. Sobredispersión. Modelos lineales generales y generalizados de efectos fijos y de efectos aleatorios. Modelos mixtos. Componentes de varianza. Análisis multivariado de la varianza

### **Bioquímica Avanzada**

Modificación covalente de proteínas I: Unión a pequeñas moléculas: Fosforilación, Acetilación y Metilación. Unión a glúcidos: aspectos químicos y bioquímicos relevantes. Unión a lípidos: distintos tipos de lipidación: ancla de glicosil fosfatidil inositol, N-miristoilación, prenilación y S-palmitoilación. Ejemplos y funcionalidad de las proteínas modificadas. Métodos de detección.

Modificación de proteínas por Oxidación: Oxidación de proteínas. Función de proteínas dependientes del estado de óxido reducción celular. Grupos cisteína críticos y su efecto sobre la estructura y función proteica. El estado de óxido-reducción celular y la regulación de factores de transcripción dependientes.

Modificaciones post-traduccionales y cambios estructurales en proteínas: Reactividad de aminoácidos dependiendo de la estructura y contexto proteico; Teoría de la información, motivos lineales, sitios de reconocimiento y mecanismos de unión. Modulación de la reactividad: inhibición y mímica molecular. Modulación

del paisaje energético por modificaciones puntuales, robustez y sensibilidad. Herramientas biofísicas utilizadas para el estudio de modificaciones postraduccionales y los cambios asociados.

Modificaciones post-traduccionales y comportamiento de proteínas en células: Unión a péptidos: ubiquitinación, neddilación y sumoilación. Ejemplos y destino de las proteínas modificadas. Métodos de detección. Rotura de enlaces covalentes: proteólisis controlada como mecanismo de regulación de la función proteica. Módulos de interacción asociados a modificaciones post-traduccionales. Moléculas inhibitoras asociadas a Modificaciones post-traduccionales. Formación de estructuras subcelulares.

Actividades prácticas secas: Detección de modificaciones post-traduccionales por espectrometría de masas. Aproximación bioinformática. Técnicas de detección de modificaciones post-traduccionales de distinto origen (ubiquitinación, glicosilación, oxidación) en diferentes sistemas biológicos (células humanas en cultivo, levaduras y plantas). Además, se observará el efecto de mutaciones puntuales en sitios para modificaciones post-traduccionales en la localización subcelular de proteínas (por microscopía).

### **Bioquímica Avanzada: Regulación Metabólica**

Se llama Transducción de Señales (ST) a la subdisciplina de la biología o de la bioquímica que estudia los mecanismos moleculares que llevan la información desde el exterior al interior de la célula viva modulando las respuestas celulares, tisulares y orgánicas a múltiples estímulos ambientales. Esta ha crecido a pasos agigantados en las últimas tres décadas y la cantidad de información disponible ha aumentado exponencialmente. Los estudios de ST apuntan a caracterizar e identificar los agentes involucrados en las respuestas moleculares, bioquímicas y biológicas que las células desarrollan para adaptarse a cambios ambientales. La asignatura Bioquímica Avanzada – Regulación Metabólica presenta un panorama amplio de los estudios en ST que van desde la Bioquímica Clásica a la Biología Molecular moderna usando como modelo a la célula viva de origen animal, vegetal o de parásitos. La metodología empleada involucra clases teóricas y de problemas los cuales tienden a desplegar en el aula la historia del descubrimiento de componentes esenciales de los caminos de ST haciendo especial énfasis en los experimentos involucrados. De dicho modo el alumno tiene acceso a reproducir mecanismos de razonamiento implicados en la caracterización de segundos mensajeros o moléculas pilares de ST como Proteínas que unen GTP, Receptores de Membrana o Proteínas Quinasas. El curso se completa con un trabajo práctico que dura aproximadamente dos semanas y que enfrenta al alumno a metodologías clásicas y modernas en ST.

### **Biotechnología Industrial y Microbiología Aplicada (Bacterias y Arqueas)**

Generalidades: Microorganismos procariotas con interés biotecnológico: diversidad, aislamiento, selección y mantenimiento. Mejoramiento de cepas. Métodos de rastreo (screening) en bacterias y arqueas. Organismos extremófilos y su importancia en biotecnología. Ingeniería metabólica y análisis fenotípico global. Legislación en Biotecnología. Propiedad intelectual. Patentes. Biotecnología Industrial: Producción de metabolitos primarios y secundarios. Metabolismo como herramienta para la producción de productos químicos, alimentos y medicinas. Fermentaciones: tipos, escalado del proceso desde la planta piloto a la planta industrial. Biotecnología de alimentos. Productos microbianos con interés industrial: ácidos orgánicos, solventes, aminoácidos, antibióticos y antitumorales. Producción de enzimas. Biotecnología ambiental. Ecogenética bacteriana. Mecanismos naturales de transferencia génica en microorganismos. Genómica y biotecnología: nuevas herramientas para identificar productos bacterianos de interés. Biopolímeros. Biocombustibles. Biorremediación. Bacterias en la recuperación de metales. Bacterias de interés agrícola: Inoculantes.

### **Biotecnología Microbiana Ambiental**

Conceptos generales de la biotecnología ambiental: objetivos, bases científicas y tecnológicas. Metabolismo microbiano: catabolismo. Ciclos biogeoquímicos de los elementos en la naturaleza: carbono, nitrógeno, fósforo, azufre. El concepto de *loop* microbiano. Ecología microbiana. Diversidad y estabilidad de ecosistemas microbianos. Aplicación de técnicas moleculares pre-genómicas y metagenómicas para el estudio de la diversidad microbiana. Aplicación de métodos moleculares para la evaluación y monitoreo de la biorremediación. Tratamiento de efluentes. El problema de la demanda de oxígeno. Tratamiento en lagunas facultativas. Tratamientos aeróbicos de efluentes. Sistemas suspendidos: barros activados. Sistemas en biofilms: lechos percoladores. Sistemas híbridos: reactores de lecho de biofilm móvil (MBBR). Reactores biológicos de membranas (MBR). Eliminación de nitrógeno

**Comentario [-----5]:** Se observa que los contenidos mínimos de esta asignatura fueron redactados con una lógica diferente a la de la mayoría, y parecen brindar una fundamentación de la asignaturas más que enunciar sus contenidos mínimos. Se sugiere adecuarlos para conservar una lógica homogénea.

en efluentes. Nitrificación-desnitrificación. Genómica de *Nitrospira*. Oxidación anaeróbica de amonio. Proceso anammox: desarrollo y escalado. Genómica de bacterias anammox. Eliminación biológica de fósforo. Proceso EBPR. Bacterias acumuladores de fosfato (PAO): Genómica y proteómica de *Accumulibacter phosphatis*. Competencia por bacterias acumuladoras de glucógeno (GAO). Sistemas anaeróbicos para el tratamiento de efluentes. Proceso UASB. Sintropismo entre bacterias fermentativas y arqueas metanogénicas. Nuevas tendencias en el tratamiento de efluentes. Reducción en el consumo de energía. Métodos para la reducción de barro excedente. Reuso de efluente tratado. Valoración de residuos: biotecnología de cultivos mixtos. Producción de bioplásticos. Conversión microbiana de sustratos orgánicos en fuentes de energía. Procesos de fermentación oscura. Producción de bio-hidrógeno. Celdas de combustible microbiano. Recuperación de nutrientes. Limitaciones técnicas y económicas. Tratamiento de residuos sólidos. Residuos sólidos urbanos. Rellenos sanitarios. Tratamiento mecánico-biológico. Biocoberturas: el papel de los metanotrofos en la mitigación de emisiones de metano. Biorremediación de suelos contaminados. Factores que afectan el transporte de agua y nutrientes en la subsuperficie. Procesos que afectan la disponibilidad de contaminantes en suelos. Aceptores de electrones. Biorremediación *ex-situ*: *land-farming*, biopilas, compostaje, biorreactores. Biorremediación de mares y costas contaminadas. Análisis en microcosmos. Escalado. Bioestimulación de sedimentos costeros: el caso del Exxon Valdez. Contaminación de profundidades marinas. Uso de dispersantes: el caso del Golfo de México. Aplicación de análisis metaproteómicos al monitoreo de comunidades microbianas autóctonas. Fitorremediación, Rizorremediación. Diagnóstico de contaminación ambiental. Indicadores biológicos. Detección de tóxicos. Biosensores microbianos. Células enteras y enzimas. Aplicaciones ambientales.

#### **Biotechnología Vegetal**

Conceptos introductorios a la agrobiotecnología. Demanda de alimentos y limitantes de la agricultura contemporánea. La Revolución Verde y la Revolución Genética. La agrobiotecnología en la Argentina. Cultivo de tejidos vegetales. Micropropagación masiva. Cultivo de células vegetales en gran escala. Sistemas de transferencia genética en plantas. Transformación nuclear y transformación de cloroplastos. Vectores y amplicones virales. Estrategias de edición génica. Resistencia a virus, bacterias y hongos fitopatógenos por métodos de ingeniería genética. Silenciamiento génico. Supresores virales. Biocontrol de insectos por métodos de ingeniería genética. Control de malezas y resistencia a herbicidas. Tolerancia a estrés abiótico. Mejoramiento asistido por marcadores moleculares. Genómica aplicada a la agricultura y a especies forestales. Selección genómica. Bioinformática aplicada a proyectos genómicos. Las plantas como biorreactores. Fitorremediación. Ingeniería metabólica. Bioenergía y Biorefinerías. Biotecnología forestal. Bioseguridad y seguridad alimentaria. Análisis de riesgo y marcos regulatorios para la liberación de organismos transgénicos y para desarrollos generados por nuevas estrategias biotecnológicas como edición génica. Propiedad intelectual. Innovación tecnológica. Proyectos de desarrollo biotecnológicos. Innovación, vinculación y transferencia tecnológica. Diseño de proyectos, plan de negocios, análisis de mercado, plan de operaciones y logística. Flujo de fondos.

#### **Botánica Económica**

Origen e historia de la agricultura. La agricultura en América precolombina. Biogeografía de las plantas cultivadas. Características del proceso de domesticación en plantas. Panorama de la agricultura en el mundo: sistemas de producción y comercialización, tendencias de producción y de consumo. Esquemas de certificación de producción sustentable y de comercio justo. Seguridad y soberanía alimentarias. La agricultura en Argentina: sistemas de producción, tendencias de producción y de consumo. Erosión genética. Conservación y manejo de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFAA): estrategias de conservación in situ y ex situ. Técnicas de conservación de RFAA: bancos de germoplasma, jardines botánicos, conservación en áreas protegidas y en fincas (*on-farm*). Estado de conservación y manejo de los RFAA: tratados y esfuerzos internacionales, conocimiento tradicional, sistemas de reparto de beneficios. Plantas subutilizadas. Técnicas y programas de fitomejoramiento. Los cultivos transgénicos y su impacto en la actividad agrícola. Frutales de zonas templadas y tropicales. Hortalizas de fruto, hoja, tallo y raíz. Cereales y pseudocereales. Plantas amiláceas. Leguminosas comestibles. Plantas forrajeras. Plantas aromáticas. Especies. Plantas oleaginosas. Plantas de uso industrial (textiles y tintóreas, sacaríferas, biocombustibles, aromáticas, para pulpa y papel, bebidas alcohólicas, etc.). Plantas medicinales. Etnobotánica.

#### **Citogenética**

Generalidades e historia. Microscopía. Cromatina y cromosomas, estructura y composición. Regiones cromosómicas y puntos calientes del genoma. Ciclo celular, regulación y puntos de control. Mitosis y meiosis. Cariotipo, nomenclatura y categorías cromosómicas. Cromosomas monocéntricos y holocéntricos. Cromosomas plumulados y politénicos. Alteraciones estructurales y numéricas. Cromosomas y función genética. Evolución del tamaño del genoma. Evolución del cariotipo. Cromosomas sexuales. Citogenética clínica humana, el papel de la citogenética en medicina, síndromes y condiciones. Cromosomas y Cáncer.

### **Conceptos y Técnicas de Biotecnología**

Biorreactores y bioprocesos. Escalas piloto e industrial. Aislamiento y purificación de macromoléculas (*downstream*). Expresión de proteínas de mamíferos en bacterias, levaduras y cultivos de células animales. Vectores virales y no-virales para transferencia y expresión genética. Anticuerpos monoclonales. Ingeniería de tejidos. Biotecnología de la reproducción animal. Animales transgénicos. Terapia génica de enfermedades genéticas y adquiridas. Diagnóstico molecular. Aplicaciones de la biotecnología en salud animal y humana. Vacunas. Innovación y emprendimientos. Bioética y ensayos clínicos. Aspectos regulatorios.

### **Ecología Ambiental**

Principales características del ambiente físico desde el enfoque ecológico. El ambiente (físico y biológico) como hábitat de los organismos terrestres y acuáticos. Ecosfera y ecosistemas. Conceptos de escala y patrón en Ecología y sus expresiones en espacio y tiempo. Radiación solar y atmósfera. Sistema climático. Representación e interpretación de variables climáticas. Ciclo del agua: factores y procesos. Balance hídrico y características regionales. Influencia del clima en las adaptaciones, productividad y distribución espacial y temporal de los organismos. Variación latitudinal de la biodiversidad. Ecosistemas acuáticos continentales y marinos: factores y procesos. Zonas biogeográficas marinas. Clasificaciones climáticas y biomas terrestres. Determinantes de la productividad primaria y estimaciones globales. Clima y Fitogeografía de Argentina. Variabilidad climática y cambio climático. Cambios climáticos históricos y sus causas. Glaciaciones del Pleistoceno y su importancia en estudios biogeográficos. Cambios climáticos del Holoceno y consecuencias sobre los sistemas ecológicos terrestres. Cambio climático actual y su impacto en regiones polares. Composición y estructura de la Tierra. Corteza oceánica y continental. Tectónica de placas y su influencia en la distribución de la fauna y la flora. Biogeografía histórica y ecológica. Zoogeografía y ecorregiones de Argentina. Principales minerales. Ciclos de nutrientes en sistemas acuáticos y terrestres. Procesos de orogénesis. Rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. Meteorización. Agentes de modelado y geofomas. Procesos gravitacionales, eólicos, fluviales, glaciarios y marinos. Los sistemas de humedales (interiores y costeros): estructura, funcionamiento e importancia. Suelos: factores y procesos de formación. Tipos de suelos y propiedades. Relaciones suelo-vegetación-microorganismos. Regímenes de disturbios: su importancia como determinantes de la organización y sucesión en sistemas ecológicos. Técnicas operativas de análisis y evaluación ambiental. Cartografía: interpretación y elaboración de mapas. Sensores remotos: interpretación y análisis de fotografías aéreas e imágenes satelitales. Sistemas geográficos de información (GIS). Ecología del paisaje. Estructura y dinámica de los paisajes. Conceptos de heterogeneidad, patrón, matriz, parche y corredor: análisis a diferentes escalas. Variables de caracterización y delimitación, indicadores e índices. Recursos naturales de Argentina. Impacto de la intervención humana a distintas escalas.

### **Ecología de Comunidades y Ecosistemas**

[Se estudia la](#) naturaleza y característica de las comunidades, y los procesos que determinan su organización y los cambios en el espacio y en el tiempo. Diseño de estudios y aproximaciones metodológicas a campo, laboratorio y con computadoras para el estudio de comunidades biológicas. Enfoques ontológicos (holístico, individualista, otros) y las herramientas metodológicas derivadas (clasificación, ordenamiento). Estructura de las comunidades y su relación con el medio físico. Riqueza específica, abundancia relativa, y composición. Diversidades alfa, beta, gama, taxonómica, funcional, filogenética. Patrones espaciales de diversidad. Efectos de la biodiversidad sobre procesos del ecosistema. Efectos de la competencia, predación, herbivoría, mutualismos (polinización, dispersión de semillas, protección, nutrición, otros), parasitismo, disponibilidad de recursos y disturbios en la estructura de comunidades. Teoría de nicho. Competencia en plantas y animales. Gremios. Tramas tróficas: enfoques descriptivo y funcional, redes clásica y microbiana, regulación desde arriba y desde abajo. Efectos indirectos. Estabilidad

demográfica y no demográfica. Teoría de disturbio. Dispersión de semillas. Banco de semillas. Sucesión ecológica: mecanismos y características de especies tempranas y tardías. Invasiones biológicas: historia, característica de especies invasoras, resistencia de las comunidades, efecto en las comunidades, fase de las invasiones. Teorías de biogeografía de islas. Metacomunidades: concepto y estructura; modelos de formación de ensambles. Macroecología. Conservación de comunidades.

### **Ecología de Poblaciones**

Poblaciones y su estructuración espacial y temporal. Muestreo y métodos de estimación de la abundancia y densidad. Índices y curvas de calibración. Disposición espacial y distribuciones de Poisson, binomial positiva y binomial negativa. Estadística vital. Tasas vitales denso-independientes y denso-dependientes, con retraso, directas o inversas. Poblaciones con generaciones discretas y con solapamiento, con pulso o flujo de nacimientos. Valor adaptativo ('fitness') y sus diferentes métricas. Fecundidad y fertilidad. Edad de la primera reproducción. Tamaño de camada y proporción de sexos. Supervivencia, tablas de vida y su estimación. Valor reproductivo. Modelos de dinámica poblacional no estructurados y estructurados. Modelos exponencial y logístico, a tiempo continuo o discreto, determinístico o estocástico: teoría y ejemplos. Modelos que incorporan un retraso temporal. Poblaciones estructuradas con tasas vitales densoindependientes o densodependientes: uso de matrices, análisis de sensibilidad y elasticidad. Aplicaciones a la conservación y manejo: casos de estudio. Viabilidad poblacional, riesgo de extinción, su cálculo y utilización. Demografía humana. La transición demográfica. La capacidad de carga de la Tierra y el crecimiento de la población humana. Metapoblaciones. Modelo de Levins, isla-continente y de Hanski. Efecto "rescate". Caso de estudio: mariposas. Dispersión, migración y movimiento. Dispersión sesgada por sexo y densodependiente. Competencia. Competencia de torneo y anárquica. Sobrecompensación, compensación exacta y subcompensación respecto de la densidad. Evaluación de la competencia. Rendimiento final constante. Auto-atenuación. Territorialismo. Competencia interespecífica. Coexistencia, diferenciación de nicho y desplazamiento de caracteres; estudios de caso: hormigas granívoras en Arizona. Modelos matemáticos de Lotka-Volterra y Tilman. Efectos de la heterogeneidad ambiental y temporal. Experimentos de adición y sustitución. Predación y los componentes de la interacción predador-presa. Efectos de la agregación de presas sobre la tasa de predación. Modelos de la dinámica herbívoro-planta: ñues en el Serengeti. Dinámica poblacional predador-presa: mortalidad aditiva, compensatoria y depensatoria. Modelos matemáticos de Lotka-Volterra que incorporan los efectos del tipo de respuesta funcional, heterogeneidad ambiental, competencia intraespecífica, efecto Allee, y disponibilidad de presas alternativas. Estabilidad local y global. Parasitismo. Microparásitos y macroparásitos. Efectos de los patógenos sobre la dinámica poblacional de la fauna silvestre. Patrones observados en poblaciones animales silvestres. Modelos matemáticos de la transmisión de microparásitos y macroparásitos y casos de estudio. Control de patógenos en fauna silvestre. Interacciones múltiples entre semillas, granívoros, patógenos y artrópodos vectores: el caso de la enfermedad de Lyme. Regulación poblacional y limitación en poblaciones animales y vegetales. Densodependencia versus denso-independencia: debate histórico y síntesis actual. Factores clave.

### **Ecología del Comportamiento Animal**

Selección individual y selección grupal. *Fitness* inclusivo y selección por parentesco. Bases genéticas del comportamiento. Desarrollo del comportamiento. Desarrollo del canto en las aves. "*Imprinting*" filial y sexual. Aprendizajes simples y complejos. Beneficios de la vida en grupos. Disminución del riesgo de depredación y aumento de la probabilidad de obtener alimentos. Costos de la vida en grupos. Teoría de consumo óptimo. Modelos de selección de presa y de parches. Información y toma de decisiones en animales. Evolución de las respuestas antipredatorias. Selección apostática. Coloración críptica y aposemática. Mimetismo Batesiano y Mulleriano. Coevolución entre parásitos de cría y hospedadores. Competencia por recursos. Distribución libre e ideal. Distribución despótica. Economía de la defensa de recursos. Evolución del comportamiento agresivo. Teoría de juegos y estrategias evolutivamente estables. El juego del "halcón-paloma" y sus variantes. Evolución del sexo y de la anisogamia. Proporción de sexos y desviaciones adaptativas. Selección intrasexual e intersexual. Selección de pareja en machos y hembras. Competencia espermática. Sistemas de apareamiento sociales y genéticos. Monogamia, poliginia, leks y poliandria. Estrategias de apareamiento alternativas. Cuidado e inversión parental. Conflictos entre sexos y entre padres e hijos por el cuidado parental. Competencia entre hermanos y fratricidio. Selección por parentesco y cooperación entre familiares. Cooperación entre individuos no emparentados. Reproducción cooperativa en aves y mamíferos. Origen y evolución de la eusocialidad en insectos. Predisposición

genética y restricciones ambientales. Eusocialidad en mamíferos. Evolución de las señales y los sistemas de comunicación. Perspectiva del emisor y del receptor. Señales honestas y deshonestas. Comportamiento y conservación. La aproximación adaptacionista al estudio del comportamiento humano y la controversia sociobiológica.

### **Ecología de Paisajes y Regiones**

Concepto de región y de paisaje desde una perspectiva geográfica y ecológica. Desarrollo histórico. Áreas conceptuales y principios de la ecología regional y de la ecología del paisaje. Ecología Regional. Modelos en ecología regional. Variables de delimitación y caracterización. El concepto de cambio a escala regional. Ecología del Paisaje: modelos de mosaicos y de corredores-parche-matriz. Dinámica de parches. Flujos de energía, materia y especies en el paisaje. Heterogeneidad ambiental. Transformación de la tierra y fragmentación: el papel del hombre en la modificación del paisaje. Desarrollo e implementación de metodologías de trabajo e investigación. La cartografía como expresión de modelos ecológicos espaciales. Inventario, relevamiento y monitoreo de recursos. Clasificación de ambientes. Regionalización: enfoques metodológicos y conceptuales. Los actuales esquemas de clasificación en los programas de monitoreo de cambio global. Sistemas de Información Geográfica. Conceptos básicos y aplicaciones. Sistemas de observación de la superficie terrestre. Teledetección satelital. Bases físicas de la teledetección. Sistemas satelitales (ópticos, microondas (pasivas y activas), térmicos, laser, hiperspectrales). Mapeo de ecosistemas. monitoreo de parámetros biofísicos de los ecosistemas. Tipo y calidad de productos de libre acceso (e.g., MODIS: LAI, EVI, FPAR, coberturas y NOAA: series de tiempo de NDVI). Análisis regional. Modelos de datos y modelos espacialmente explícitos. Geoestadística. Índices y métricas de paisaje. Modelos espaciales dinámicos y sus aplicaciones. Las regiones y sus problemáticas ecológicas actuales. Las grandes regiones del planeta: una visión integrada de los biomas y las ecorregiones y sus problemáticas actuales. Historia Ambiental. Algunas regiones de la Argentina como casos de estudio. Herramientas de gestión territorial: Ordenamiento territorial, Planificación ambiental participativa, Evaluación ambiental estratégica y su relación con la Evaluación de impacto ambiental estratégica. La agricultura como sistema ecológico y sus problemáticas asociadas.

### **Ecología y Desarrollo**

Bienes y servicios ecosistémicos: tipos y métodos de valoración económica. Encuestas. Explotación de recursos naturales para obtención de alimento, fibras, agua dulce, combustible. El agua: uso, potabilización, tratamiento de efluentes, saneamiento. Energía renovable y no renovable, tipos. Cambios antropogénicos en los ecosistemas, directos e indirectos. Impactos demográficos, económicos (globalización, comercio, mercados), sociopolíticos, científico-tecnológicos, culturales y religiosos. Impacto ambiental y Salud. Ciudades y ambiente: urbanización sostenible. Generación de residuos urbanos y peligrosos. Rellenos sanitarios. Reciclado. Restauración de ecosistemas terrestres y acuáticos: rehabilitación, remediación, reemplazo, mitigación y compensación. Fito-remediación. Sustentabilidad y componentes del manejo sustentable. Economías extractivas y sustentabilidad. Minería. Plantas de celulosa. Agricultura sustentable. Indicadores económicos. Bioeconomía. Costos ambientales del ciclo de vida de los productos. Huella de carbono. Agua virtual. Evaluación de impacto ambiental: metodologías y medidas de mitigación de impacto. Evaluación multicriterio. Rol ambiental de las ONGs. Responsabilidad social empresarial ambiental. Evaluación de los ecosistemas del Milenio. Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Legislación ambiental. Ley General del Ambiente o de presupuestos mínimos. Ordenamiento territorial. Acceso a la justicia en temática ambiental. Jurisdicciones: internacional, nacional, provincial, municipal. Derechos difusos, amparo ambiental. Rol del Defensor del Pueblo. Audiencia pública. Seguro y daño ambiental

### **Ecología y Epidemiología de Infecciones Parasitarias**

Simbiosis. Ectoconsumidores y Endoconsumidores. Diferencias entre Parasitismo, Parasitoidismo y Depredación. Características fundamentales de los Parásitos. Macro y Microparásitos. Transmisión. Modos de transmisión. Hospederos, Vectores. Adaptaciones para aumentar la probabilidad de transmisión. Poblaciones de Parásitos: Infrapoblación, población componente y suprapoblación. Estimación de las abundancias. Agregación parasitaria. Carga parasitaria, prevalencia. Incidencia. Infección y enfermedad. Tasa de Reproducción Básica (Ro) para macro y

microparásitos. Capacidad vectorial y su construcción para el caso de la Malaria. Mecanismos de regulación infrapoblacional independientes de la densidad y densodependientes. Efectos de las infecciones parasitarias sobre las poblaciones de hospederos. Mortalidad aditiva, compensatoria y dependiente generada por los parásitos. Los parásitos como moduladores de la distribución espacial de los hospederos. Los parásitos como agentes de selección natural. Los parásitos como estructuradores de comunidades. Origen de las Zoonosis. Domesticación, domiciliación y persistencia de las Zoonosis en la Naturaleza. Toxocariasis, Hidatidosis, Anisakiasis, Tripanosomiasis, Leishmaniasis. Epidemiología del paisaje. Focos primarios y Focos secundarios. Impacto de las infecciones parasitarias en las poblaciones humanas. Consecuencias de la Peste Bubónica en el Medioevo y la Viruela en la conquista de América. Fiebre amarilla y Dengue. Surgimiento de las Infecciones agudas multitudinarias. Infecciones emergentes y re-emergentes. Los casos de los virus de la Gripe y VIH. Mecanismos de evasión de los parásitos. Complejidad de los ciclos de vida de los parásitos para el desarrollo de vacunas. Adaptación y Virulencia. Las bases biológicas del control de parasitosis.

### **Edafología**

El cuerpo suelo; perfil y paisaje. Nomenclatura de horizontes. Mineralogía de suelos. Factores de formación. Procesos y horizontes de alteración y de migración. Física de suelos. Morfología y micromorfología. El agua en el suelo. Propiedades físico-químicas: capacidad de intercambio iónico; reacción del suelo; floculación y dispersión. Composición química: macro y microelementos. La materia orgánica, su origen y transformación. Organismos del suelo. Procesos formadores. Paleosuelos. Clasificación; principales sistemas taxonómicos. Clasificaciones utilitarias. Cartografía. Distribución geográfica, caracteres, medio natural, procesos y principales usos de los suelos en nuestro país. Degradación de los suelos.

### **Elementos de Biología Floral**

Significado de polinización, polinización, fecundación. Sexualidad en las plantas superiores. Sistemas reproductivos. Polinización abiótica. Vectores, Anemofilia. Hidrofilia. Polinización biótica: Atractivos primarios (recompensas), Atractivos secundarios. Síndromes de post-polinización. Visitantes florales. Sistemas de clasificación Radiaciones adaptativas en Antophyta, ejemplos de familias relevantes. Reseña histórica, fundadores. Panorama actual de la disciplina.

### **Endocrinología de Vertebrados**

Métodos básicos en Endocrinología. Morfología de las estructuras endocrinas de vertebrados. Transporte y distribución hormonal. Acción hormonal. Regulación endocrina de la digestión, del equilibrio del calcio. Regulación endocrina del metabolismo. Páncreas endocrino. Sistema hipotálamo-hipofisario: organización y evolución del sistema. Hormonas sistémicas de la neurohipófisis. Pars distalis: hormonas y funciones. La pars intermedia y el control de los cambios de color en poiquiloterms. Glándula tiroides. Glándula adrenal: medula adrenal de mamíferos y tejido cromafín de vertebrados no mamíferos. Adrenalina y estrés. Control endocrino de la reproducción sexual. Las gónadas y estructuras reproductivas: Factores endocrinos que regulan el ciclo reproductivo en vertebrados. Las gónadas: estructura y función. Hormonas Sexuales: hormonas testiculares y ováricas, sus acciones; comportamiento reproductivo; el ciclo reproductivo y su regulación. La glándula pineal.

### **Entomología**

Transmitir a los alumnos una visión integral de los insectos. Estudiar sus estructuras morfológicas con un enfoque morfo-funcional. Ahondar en aspectos de su biología, hábitos y estrategias de vida. Estudiar su filogenia y evolución. Resaltar su importancia ecológica y sanitaria, y su relación con el hombre. Estudiar su diversidad y estrategias de conservación.

### **Estructura y Función de Biomoléculas**

La asignatura Estructura y Función de Biomoléculas (EFB) se dicta en modalidad de grado y de postgrado. El objetivo de la asignatura es doble. Por un lado se brinda un panorama bastante completo de las técnicas experimentales biofísicas y de modelado por computadora para la caracterización estructural y funcional de biomoléculas, centradas sobre todo en el estudio de proteínas. Por otra parte, la asignatura toca diversos tópicos de fisicoquímica biológica y biología celular, desde el punto de vista de las interacciones moleculares y las diversas formas de interconvertir energía.

**Comentario [-----6]:** Se observa que los contenidos mínimos de esta asignatura fueron redactados con una lógica diferente a la de la mayoría, y parecen especificar objetivos de la asignatura más que enunciar sus contenidos mínimos. Se sugiere adecuarlos para conservar una lógica homogénea.

**Comentario [-----7]:** Se observa que los contenidos mínimos de esta asignatura fueron redactados con una lógica diferente a la de la mayoría, y parecen brindar una fundamentación de la asignatura más que enunciar sus contenidos mínimos. Se sugiere adecuarlos para conservar una lógica homogénea.

### **Ficología**

La modalidad del curso es teórico-práctica con talleres de discusión sobre los distintos temas y una asignación experimental cuatrimestral, cuyos resultados serán presentados en formato tipo publicación y expuestos por el alumno a la finalización del curso. Las algas como organismos modelo para el estudio de la evolución biológica. Diversidad de la reproductiva, genética poblacional y estructura de las comunidades bentónicas. Utilización de las algas para estudios fisiológicos y bioquímicos. El papel de las algas en el ciclo de los nutrientes entre la biósfera, la hidrósfera, la litósfera y la atmósfera. Algas para biomonitoreos. Técnicas de cultivo de micro y macroalgas y productos obtenidos a partir de cultivos algales.

**Comentario [-----8]:** Se sugiere eliminar esta oración ya que excede lo que un contenido mínimo debe prescribir.

### **Fisiología Animal Comparada**

Bases celulares y conducción del potencial de acción. Sinapsis. Sistemas nerviosos. Características morfológicas y funcionales. Sistemas sensoriales y codificación de la información sensorial. Motilidad celular y sistemas motores. Control nervioso. Hormonas y sistemas endocrinos. Sistemas circulatorios, control nervioso y endocrino. Sistemas respiratorios, control nervioso. Sistemas digestivos, control nervioso y endocrino. Metabolismo energético y temperatura corporal. Osmorregulación y excreción.

### **Fisiología del Comportamiento Animal**

FCA está dirigida a enseñar las bases neurobiológicas del comportamiento. Se analizan: a) los eventos neurofisiológicos que subyacen a la detección de estímulos (auditivos, visuales, olfativos, etc.); b) el procesamiento central de los mismos, lo que incluye procesos tales como la toma de decisiones, el aprendizaje y la memoria; c) la organización de las respuestas motoras adecuadas (escape, caza, cortejo, comunicación, navegación, etc.). Todos los temas de esta materia son abordados desde una perspectiva multidisciplinaria. Así, para el estudio de cada aspecto del comportamiento que se analiza, se comienza definiendo el contexto etoecológico donde ese comportamiento naturalmente ocurre, luego se analiza el comportamiento en condiciones controladas de laboratorio para, en último término, pasar al análisis de las bases neurobiológicas del mismo. Con este enfoque, el estudio de la fisiología del comportamiento transita continuamente entre conceptos ecológicos, evolutivos, y fisiológicos. En estos últimos niveles, los estudios que se presentan ilustran el estado del arte de diversas metodologías, tales como electrofisiología y técnicas de imágenes

**Comentario [-----9]:** Se observa que los contenidos mínimos de esta asignatura fueron redactados con una lógica diferente a la de la mayoría, y parecen brindar una fundamentación de la asignaturas más que enunciar sus contenidos mínimos. Se sugiere adecuarlos para conservar una lógica homogénea.

### **Fisiología del Sistema Nervioso**

Potencial de Reposo. Propiedades eléctricas pasivas de la neurona. Bases iónicas del potencial de acción. Modelo de Hodgkin y Huxley. Técnicas de electrofisiología, imágenes de calcio y optogenética. Sitio de iniciación y propagación del potencial de acción. Transporte axonal. Canales iónicos: estructura, función, diversidad y localización. Neuroquímica: sistemas de neurotransmisores. Transmisión sináptica eléctrica y química. Liberación del neurotransmisor: Mecanismos presinápticos y respuestas postsinápticas. Rol del calcio. Plasticidad sináptica de corto y largo término. Glia. Neurogénesis. Transducción y procesamiento de señales sensoriales. Sistemas somatosensorial, auditivo, olfatorio y visual.

### **Fisiología Vegetal**

Relaciones hídricas. Las células vegetales y los procesos de transporte de agua. Difusión. Osmosis. Potencial hídrico. Balance de agua en la planta. Contenido relativo de agua. Modelo compuesto del pasaje de agua: apoplasto, simplasto y transcelular. Absorción de agua por las raíces y transporte por xilema. Arquitectura del sistema radical. Movimiento de agua de la hoja a la atmósfera. Continuo suelo-planta-atmósfera. Estomas, estructura y función. Transpiración. Nutrición mineral. Macronutrientes y oligoelementos. Absorción y transporte. Fuerzas impulsoras y relaciones iónicas. Mecanismos asociados a la absorción de nitrógeno. Fotosíntesis y respiración y sus factores de regulación. Metabolitos secundarios. Plasticidad bioquímica y comportamiento vegetal. Floema y translocación de fotosintatos. El floema como sistema de comunicación inter-órgano. Las plantas como organismos sésiles. Interacción con el medio ambiente. Auxinas. Transporte polar de auxinas. Tropismos: fototropismo y gravitropismo. Etileno: la hormona gaseosa. Efectos fisiológicos. Sistema de dos componentes. Giberelinas. Reguladores de la altura de la planta. Modo de acción: Mutantes *ga1* y *gai*. Citocininas. Reguladores de la división celular. Acido abscísico (ABA). Inhibidor natural del crecimiento vegetal.

Brasinoesteroides. Acido jasmónico. Acido salicílico. Fotomorfogénesis. Fitocromos. Criptocromos. Fototropinas. Regulación mixta. Floración. Fases de desarrollo: vegetativo, reproductivo, floral. Modelo de coincidencia externa. Gametogénesis. Polinización. Fertilización. Interacción polen-pistilo. Estrés abiótico. Integración entre los diferentes estreses. Estrés biótico. Inmunidad tipo PTI (*PAMP-triggered immunity*) y ETI (*Effector-triggered immunity*). Interrelación entre hormonas y respuesta inmune.

### **Fisiología y Comportamiento de Insectos**

Sistemas fisiológicos básicos. Introducción general. El sistema tegumentario. Sistema nervioso. Sistema muscular y Locomoción. Digestión y Nutrición. Sistema circulatorio. Respiración. Metabolismo energético. Sistema excretor. Reproducción. Desarrollo y diferenciación. Regulación hormonal. Estrategias de crecimiento. Cambios hormonales durante el desarrollo. Orígenes de los holometábolos.

Fisiología Sensorial. Órganos emisores y receptores de señales. Codificación y decodificación. Información y ruido. Proceso de transducción de señales, modulación y convergencia entre distintas entradas sensoriales. Visión. Tipos de órganos visuales. Limitantes físicos de la visión. Visión monocular y binocular. Percepción de movimiento. Visión de colores y de polarización. Quimiorrecepción. Vías olfativas de procesamiento. Quimiorrecepción de contacto. Mecanorrecepción.

Fisiología a escala social y comportamiento. Quinesis y taxis. Navegación. Estrategias de navegación. Sistemas de Comunicación. Tipos de señales. Comunicación química. Glándulas exócrinas asociadas a la producción de feromonas. Tipos de feromonas. Aprendizaje y comunicación química. Biología Social y Fisiología. Principios comparados de organización social.

### **Fisiotopatología Molecular**

Bases conceptuales y metodológicas para el estudio de patologías humanas dentro del contexto clínico del individuo. Fundamento técnico de los métodos de diagnóstico. Concepto de epigenética, nanomedicina, terapia génica y patologías asociadas a fallas en el plegamiento proteico. Neuropatías. Laminopatías. Aminoacidopatías. Miopatías. Enfermedades asociadas al embarazo. Enfermedades infecciosas y su relación con inmunopatías.

### **Fitopatología**

Impacto económico-social de las enfermedades de las plantas. Enfermedad. Causas. Síntomas. Signo. Agente. Patógeno. Parásito. Saprobio. Facultativos vs. obligados. Hospedante. Susceptibilidad. Predisposición. Daño. Incidencia. Ciclos y etapas de enfermedades. Patogénesis. Supervivencia del inóculo. Inóculo primario, secundario. Reservorios. Patrones de diseminación. Inoculación. Entrada. Colonización. Epifitología. Pronóstico y predicción. Sistemas de alarma. Modelos de simulación. Agentes: Hongos. Nematodos. Procariotes fitopatógenos: bacterias, Fitoplasmas y espiroplasmas. Virus. Fanerógamas parásitas. Enfermedades tipo. Interacciones hospedante-patógeno: alteraciones metabólicas. Disfunción del transporte. Alteración del balance hídrico. Desintegración de tejidos. Alteraciones en el desarrollo y reproducción. Enfermedades fisiogénicas. Mecanismos de defensa. Respuestas bioquímicas y estructurales inducidas. Principios de control. Prevención. Exclusión. Erradicación. Protección. Control químico. Control Biológico. Genética de las interacciones hospedante-patógeno. Genes de resistencia y de avirulencia. Resistómica. Dominios funcionales. Rutas de transducción. Evolución de genes de resistencia.

### **Fotointerpretación**

Principios básicos de la teledetección. Diferentes tipos de sensores remotos. Activos y Pasivos. Plataformas y sensores. El vuelo aerofotogramétrico. Fotografía aérea y espacial. Fotografía aérea digital. El Espectro Electromagnético. Espectro visible y fotográfico. Ventanas atmosféricas. Reflectancia. Firmas espectrales. Principios básicos de la visión estereoscópica. Visión binocular y estereoscópica con distintos tipos de instrumentos. Geometría de las fotografías aéreas. Interpretación visual de fotografías aéreas aplicada al medio ambiente.

Concepto de detección, reconocimiento e identificación. Metodología para la interpretación. Elementos de la fotointerpretación. Naturaleza y geometría de las unidades rocosas. Características del material consolidado y no consolidado. Resultado topográfico por la acción del clima. Las rocas sedimentarias. Las rocas ígneas, plutónicas y volcánicas. Fallas y diaclasas, plegamientos. Control estructural del drenaje. Geofomas. Vegetación: Factores de la vegetación que afectan la gama de grises. Suelos. Riesgos naturales. Introducción a los sensores satelitales.

Características generales. Orbitas. *Sistema Landsat, Sistema Spot: Sensores activos de microondas*: Sistema RADAR. Sensores termales. *Satélites meteorológicos, oceanográficos y terrestres*. Misiones y sensores. Diferentes usos.

Introducción al procesamiento digital de imágenes. ERDAS. Construcción del mapa base. GIS. DTM y DEM. Georeferenciación. Diferencias con las fotos aéreas e imágenes satelitales.

### **Genética Molecular Bacteriana I**

Mutación, reversión, supresión. Recombinación homóloga. Genoma, aspectos estructurales, replicación. Elementos genéticos móviles, transposones, integrones, plásmidos, bacteriófagos: características y mecanismos. Bases moleculares de la transferencia genética entre bacterias. Regulación de la expresión génica: nivel transcripcional, postranscripcional y traduccional. Transducción de señales.

### **Genética Molecular Bacteriana II**

Bases moleculares de la comunicación entre bacterias. Formación de biofilms. Secreción de proteínas. Factores de virulencia. Interacción entre bacterias y hospedadores eucariotas. Genómica, Metagenómica, transcriptómica. Análisis genético de poblaciones. Estrategias de análisis de la expresión génica in vivo. Inactivación génica. CRISPR. Prospección de genes de interés biotecnológico. Ingeniería metabólica.

### **Genética de Poblaciones**

Variabilidad y polimorfismo. Detección y cuantificación de la variabilidad genética. Ley de Hardy-Weinberg: modelos diploides y haplodiplontes. Apareamiento clasificado. Endogamia y consanguinidad. Mutaciones recurrentes y no recurrentes. Modelos de mutación: número infinito de alelos, número finito de alelos y número infinito de sitios. Migración y flujo génico. Población estructurada y metapoblación. Modelos de estructura poblacional. Selección natural en organismos haploides y diploides. Aptitud Darwiniana y Malthusiana. Tipos de Selección Interacción entre procesos deterministas. Deriva genética. Efecto Wahlund y endogamia. Efecto Fundador y cuellos de botella. Interacción entre deriva y procesos deterministas. Análisis de la estructura poblacional. Sustitución alélica. Cohalescencia. Carga genética. Tipos de carga. Genética cuantitativa. Caracteres poligénicos: Continuos, Merísticos, umbral. Concepto de valores, medias y efectos medios. Componentes genéticos y no genéticos del valor y la varianza fenotípicos. Relación entre componentes genéticos y frecuencias alélicas. Repetibilidad y heredabilidad: definición y estimación. Selección artificial y natural. Diferencial de selección y progreso selectivo. Selección multivarada. Mapeo de *loci* que influyen rasgos cuantitativos (QTLs). Modelo de los equilibrios cambiantes y sus alternativas. Modelo de la Reina Roja. Selección de Grupos

### **Genética Molecular**

Historia de los descubrimientos y conceptos más relevantes en biología y genética molecular. Teorías sobre el origen de la vida. Modelos de génesis de las primeras macromoléculas. Genómica pre-proyectos genoma. Familias génicas; genes parálogos y *enhancers* aparentemente redundantes; sub-funcionalización y neo-funcionalización. Reloj molecular. Genomas de organelas. Los genomas como entidades dinámicas: perpetuación (fidelidad) e integridad del DNA; mecanismos de reparación; fenómenos de recombinación. DNA-transposones y retrotransposones en procariotas y eucariotas; ejemplos de ventajas adaptativas de su selección natural. Estrategias de búsqueda e identificación de genes desconocidos con función determinada (a partir del fenotipo). Búsqueda de función de genes conocidos mediante *knockout* (KO) en unicelulares, plantas y animales. Metodología CRISPR y otras; denominadores comunes; reconocimiento de los mecanismos endógenos subyacentes. *Knock-in* y transgénesis sitio-dirigida. Genómica moderna: proyectos Genoma utilizando BACs y secuenciación de última generación. (*high throughput sequencing*). El Proyecto Genoma Humano. Aplicaciones de los resultados de los Proyectos Genoma: clonado posicional *in silico*; *microarrays*. Arquitectura del DNA en eucariotas. Cromatina. Epigenética. ¿Herencia transgeneracional de marcas epigenéticas adquiridas? *Imprinting* (impronta genómica). Inactivación del cromosoma X. Células madre. Induced pluripotential stem cells derivadas de células somáticas. Silenciamiento génico transcripcional y post-transcripcional. El intrigante mundo de los microRNAs. Ejemplos de genes que gobiernan el ciclo celular en eucariotas; respuesta a daño en el DNA, control y descontrol; oncogenes y cáncer. Virus oncogénicos. Envejecimiento; telómeros y telomerasas. Modelos moleculares de senescencia. Genética humana; mutaciones responsables de enfermedades; concepto de

mutaciones dominantes; negativas o por haploinsuficiencia del alelo salvaje. Terapia génica; sistemas de vectores virales para el ensamblado de partículas infectivas deficientes en su replicación; ejemplos de éxitos y fracasos.

### **Genética Molecular del Desarrollo**

Aspectos generales de la Biología y Genética del Desarrollo, con énfasis en genes que dirigen procesos morfogénicos: · Factores maternos y expresión cigótica · Morfógenos · Establecimiento de ejes y Polaridad · Zonificación del cuerpo · Cascadas de Señalización y Factores de transcripción · Genes de la metamería · Establecimiento de fronteras · EvoDevo · Genes selectores homeóticos · Genes Hox y homeogenes · Formación de apéndices · Sistema Nervioso · Sistemas traqueal y vascular · Inmunidad innata · Embriogénesis en anfibios · Ejes y segmentación en vertebrados · Nociones de senescencia · Relojes biológicos.

### **Genética Toxicológica**

Historia y antecedentes de la disciplina. Genotoxicidad y tipos de daño. Clastogenesis, aneuploidia, recombinogénesis y teratogénesis. Biomonitoring y bioindicadores. Bioensayos y Niveles de complejidad creciente. Análisis de daño por exposición dirigida. Células y tejidos: Ciclo celular. Reparación. Sistemas de reparación en eucariontes y procariontes. Estudios con modelos experimentales “*in vivo*” e “*in vitro*”. Características y alcances del modelo “*in vivo*”. Modelos biológicos de especies autóctonas y Organismos centinela. Evaluación de daño y batería mínima de ensayos de corto plazo. Evaluación de daño y exposición ambiental, laboral y por estilos de vida.

### **Genética y Ecología Molecular**

El curso consta de cinco módulos: Genética del paisaje, Genética del comportamiento, Genética de la conservación, análisis filogeográfico y ecogenómica. En el módulo “Genética del Paisaje” se abordan las principales herramientas para responder problemas de Ecología del Paisaje mediante marcadores moleculares. En el módulo “Genética del Comportamiento” se enseñan las metodologías y algoritmos genéticos aplicados a elucidar distintos aspectos de la ecología del comportamiento: Sistemas sociales de apareamiento, Elección de la pareja, parasitismo de cría, cría cooperativa y selección de parentesco, dispersión, territorialismo, etc. En el módulo “Genética de la Conservación” se abordan aquellos aspectos de la genética molecular que permiten identificar, analizar y proyectar consecuencias y soluciones en especies con poblaciones de tamaño pequeño en riesgo de extinción. En el cuarto módulo sobre “Análisis filogeográfico” se aborda el estudio de los procesos históricos y recurrentes que llevaron a la distribución geográfica de la variabilidad genética dentro de una especie y que se infieren a través del estudio de genealogías génicas. En el módulo sobre “Ecogenómica” se enseñan los mecanismos genéticos de las adaptaciones inferidos a partir del estudio de los genomas, transcriptomas y proteomas.

### **Genómica Aplicada**

Genómica estructural: mapeo físico de genomas, genotipificado por secuenciación (GBS) y mapeo por asociación (GWAS), citogenómica (FISH y GISH). Secuenciación y resecuenciación de genomas (Sanger, NGS y posteriores). Bioinformática genómica. Metagenómica funcional y caracterización taxonómica de biodiversidad en ecosistemas. Genómica funcional. Transcriptómica, RNAseq y micromatrices. Metabolómica, interactómica y otras X-ómicas. Interpretación y relacionamiento de datos. Fenómica y genética cuantitativa relacionada. Biología de Sistemas. Aplicaciones.

### **Geología Marina**

La asignatura Geología Marina, puede dividirse en dos partes. En la primera, se darán los conceptos de dinámica y geomorfología costera. Cada ítem explicado será presentado con ejemplos argentinos lo que permitirá incorporar conocimientos de geología regional e histórica, especialmente del Cuaternario.

En la segunda parte de la asignatura se darán los conocimientos de geología y geomorfología de plataforma y fondo oceánico. Estos ítems serán complementados con elementos básicos de oceanografía geológica, mostrando las técnicas de muestreo directo e investigación indirecta con distintos tipos de sensores remotos.

Conceptos de contaminación, peligrosidad, riesgo y vulnerabilidad. Consideración de los distintos ámbitos marinos en relación con el ambiente biótico.

**Comentario [-----10]:** Se observa que los contenidos mínimos de esta asignatura fueron redactados con una lógica diferente a la de la mayoría, y parecen especificar la organización de la asignaturas más que enunciar sus contenidos mínimos. Se sugiere adecuarlos para conservar una lógica homogénea.

**Comentario [-----11]:** Se observa que los contenidos mínimos de esta asignatura fueron redactados con una lógica diferente a la de la mayoría, y parecen especificar la organización de la asignaturas más que enunciar sus contenidos mínimos. Se sugiere adecuarlos para conservar una lógica homogénea.

### **Geología y Ecología Ambiental de Áreas Costeras**

Geología costera. Geomorfología costera: costas de dunas, costas acantiladas, playas, deltas, estuarios. Hidrodinámica costera: olas, corrientes litorales y marinas, mareas. Hidrodinámica. Transporte de sedimentos. Evolución costera. El rol humano y su impacto en la evolución costera.

Ecología marina. La flora de la zona intermareal y sus adaptaciones al sustrato arenoso. Las comunidades macrobentónicas. Ecología del intermareal rocoso. El sustrato duro y las adaptaciones de los organismos al ritmo de mareas. Oleaje y distribución horizontal. La distribución vertical. Comparación de distintas comunidades litorales de la Argentina. Relaciones tróficas.

Contaminación en ambientes costeros. Tipos principales de contaminantes en el medio acuático: orígenes y fuentes de emisión, ingreso y dinámica. Ciclos de los contaminantes químicos en el ambiente. Efluentes domésticos e industriales. Eutroficación. Residuos cloacales. Plantas de tratamientos. Detergentes. Calor residual. Pesticidas y plaguicidas. Metales pesados, Pb, Cd, Cr, Hg, Zn y Cu.

Contaminación por embarcaciones. Descargas de residuos. Depositación y resuspensión de materiales de dragado, sustancias tóxicas en pinturas antifoliantes. Petróleo. Casos de estudio ejemplos mundiales.

Geología ambiental costera. Erosión costera. Acumulación y programación costera natural y artificial. Acuíferos. Suelos. Variaciones del nivel del mar. Cambios globales. Impacto antrópico en los sistemas litorales.

Métodos de remediación de los recursos naturales impactados. Protección de costas. Diques, rompeolas, espigones, Paredones y revestimientos. Métodos de defensa. Proyectos y estrategias de manejo costero. Recarga artificial de playa y dunas. Proyectos de diseño y construcción adecuados a cada medio costero analizado.

Manejo integral de áreas costeras. Definición, conceptos fundamentales, ejemplos. Clases funcionales. Planes, proyectos y estrategias de manejo costero. Determinación de objetivos. Políticas y acciones. Educación y difusión. Implementación. Marco legal.

### **Geomorfología**

Explicación de la ciencia de las geoformas. El desarrollo de las ideas. Procesos endógenos. Geomorfología y tectónica. Geoformas asociadas con actividad ígnea. Procesos exógenos y geoformas: Remoción en masa, procesos fluvial, eólico, glaciario, marino y kárstico. Clima y desarrollo de geoformas. Interacciones endógenas y exógenas. Geomorfología Planetaria.

### **Histología Animal**

Matriz extracelular. Relaciones célula-matriz y célula-célula. Origen embriológico y clasificación de los tejidos. Tejido epitelial. Tejido conectivo, cartilaginoso y óseo. Tejido muscular. Tejido nervioso. Tejido sanguíneo. Sistema circulatorio. Glándulas exocrinas y endocrinas. Médula ósea. Órganos linfoides. Sistema alimentario. Sistema excretor. Sistema respiratorio. Sistema reproductor. Sistema nervioso. Sistema tegumentario. Diagnóstico de tejidos y órganos de vertebrados.

### **Historia de la Ciencia**

Historia e historiografía. El papel de la historia de la ciencia en la comprensión de la ciencia. Cosmologías precientíficas. Cosmología aristotélica. La pregunta por la vida en la Grecia Clásica. El quiebre de Aristóteles frente a la propuesta de Platón. Aristóteles y el estudio de la vida en el marco de su posición filosófica. Remodelación medieval y crisis del aristotelismo. La física en la Edad Media. La escolástica y el retorno aristotélico. El Renacimiento y la recuperación de lo terreno. El estudio de la vida frente al interés del hombre por el hombre. La relación entre la medicina y la indagación sobre la vida. Tradiciones organicistas (aristotélica, hermética) y tradición mecanicista en el siglo XVI. La época de Copérnico. La astronomía después de Copérnico. Las observaciones astronómicas de Galileo. Aportes de Galileo a la mecánica. La síntesis newtoniana y los *Principia*. La Modernidad y la consolidación del mecanicismo. El origen de la sistemática como conceptualización ordenadora de lo viviente. Linneo y la jerarquía esencialista. Buffon, Cuvier y Lamarck. Darwin y el darwinismo: el nacimiento de una nueva biología. Selección natural como mecanismo evolutivo predominante. El origen único de la vida y el hombre como un animal entre los animales. Desarrollo de la física en el siglo XIX y crisis del programa mecanicista a fines del siglo. Orígenes de la teoría de la relatividad y la física cuántica. El siglo XX y la síntesis biológica. Origen y consolidación de la genética. La aparición de la biología molecular en el mapa disciplinar de las ciencias de la vida. Las críticas a la síntesis biológica desde la década de 1970.

### **Ingeniería Genética**

Expresión génica en eucariotas. Regiones regulatorias de la transcripción. Epigenética y dinámica de la cromatina. Transgénesis en mamíferos: ratones y animales de granja. Transgenes de fusión. Proteínas reporteras. Ablación celular y tisular. Mutantes: genética directa y reversa. Recombinación homóloga en células embrionarias multipotentes (ES cells). Ratones mutantes nulos (knockout). Ratones mutantes con cambios de función (knockin). Ratones mutantes condicionales con control temporal y/o espacial. Recombinación somática. Integrasa Phi31C, recombinasa Cre y Flipasa. Sistemas inducibles a nivel transcripcional y post-transcripcional. Mutaciones dirigidas al genoma. Nucleasas acopladas a zinc fingers, TALEs y CRISPR. Transgénesis en pez cebra. Morfolinos antisentido y knockdown de genes. Aplicaciones comerciales de transgénesis animal. Diseño, construcción y uso in vivo de vectores virales. Metagenómica: de los genes a los genomas. Metagenómica y ecosistemas: medicina, agricultura, ciencias ambientales y bioenergía. Proteómica funcional. Interacciones proteína-proteína. Networking. Producción proteica de alto rendimiento. Proteómica estructural. Geles de dos dimensiones. ICAT. Espectrometría de masa. Fosfoproteómica. Proteómica cuantitativa e intracelular. Protein Microarrays: "kinase chips". Biología de Sistemas Moleculares. Motivos moleculares en redes bioquímicas. Comportamientos cuantitativos dinámicos emergentes. Respuestas graduales. Switches y osciladores moleculares.

### **Inmunología Celular y Molecular**

El presente curso tiene como finalidad comprender los mecanismos celulares y moleculares de la respuesta inmune innata y adaptativa en condiciones fisiológicas y patológicas. En una primera fase del curso orientamos la asignatura hacia una perspectiva fisiológica focalizando en la dinámica de la respuesta inmunológica, su iniciación, ejecución y resolución. Estos contenidos incluyen el estudio del sistema inmune innato, los mecanismos moleculares de la respuesta inflamatoria, la fisiología de la respuesta de células T y B y los mecanismos de homeostasis y tolerancia inmunológica. En cada uno de estos procesos estudiamos los fenómenos biológicos implicados y luego profundizamos en aspectos celulares y moleculares que los condicionan. En una segunda etapa abordamos el estudio de los mecanismos que comprometen la generación y resolución de patologías de origen inmunológico tales como infecciones microbianas, inmunodeficiencias primarias y secundarias, cáncer y enfermedades autoinmunes y alérgicas. A través de un abordaje dinámico e integrado, complementado con la implementación de técnicas básicas del laboratorio de Inmunobiología, intentamos comprender aspectos celulares y moleculares de la Inmunología moderna brindando un enfoque de acercamiento hacia la patología y la clínica.

### **Instrumentación Biológica**

La asignatura Instrumentación Biológica comprende diversos temas, relacionados a distintas técnicas instrumentales (Espectrofotometría, fluorimetría y potenciometría; Electroforesis; Centrifugación; Cromatografía y Misceláneas). En cada tema, además de las clases teóricas, se desarrollan clases prácticas, cuestionarios o series de problemas y se comentan algunos seminarios o artículos de interés. En la parte práctica, el alumno desarrolla habilidades y destrezas, se entrena en *procedimientos metodológicos* relacionados con el área científica o profesional (organización, diseño, planificación, manipulación, realización, etc.). La clase de resolución de ejercicios y problemas le sirve para ejercitar, ensayar y poner en práctica los conocimientos adquiridos. Teniendo en cuenta que para la formación y consolidación de competencias, no solo hace falta adquirir conocimientos y habilidades o destrezas, sino también actitudes y valores, el programa incluye temas tales como Higiene y Seguridad en el trabajo, Emplazamiento correcto y cuidado de aparatos de laboratorio, Buenas prácticas de laboratorio. La evaluación de los alumnos se realiza a través de tres parciales teórico-prácticos, los informes de los Trabajos Prácticos y la nota de concepto de los docentes. El objetivo principal es que el alumno salga formado para hacer buen uso de diversas técnicas y aparatos de laboratorio, teniendo un panorama general que abarque desde los fundamentos teóricos de los métodos, el análisis de las características de los equipos y sus diversas aplicaciones, hasta la compra y buen mantenimiento de los mismos.

Los contenidos mínimos son la adquisición de conocimientos y prácticos para el correcto uso de técnica de espectrofotometría, fluorimetría, potenciometría, electroforesis, centrifugación, balanzas, cromatografía. Todos los módulos incluyen Trabajos Prácticos.

### **Introducción a la Bioinformática Molecular**

**Comentario [-----12]:** Se observa que los contenidos mínimos de esta asignatura fueron redactados con una lógica diferente a la de la mayoría, y parecen especificar la organización de la asignaturas más que enunciar sus contenidos mínimos. Se sugiere adecuarlos para conservar una lógica homogénea.

**Comentario [-----13]:** Se observa que los contenidos mínimos de esta asignatura fueron redactados con una lógica diferente a la de la mayoría, y parecen especificar la organización de la asignaturas más que enunciar sus contenidos mínimos. Se sugiere adecuarlos para conservar una lógica homogénea.

Bases de datos Primarias: Definición de bases de datos primarias. Visión histórica de la creación de las mismas. Funcionamiento de las Bases de datos: índices, campos, métodos de búsqueda. Bases de datos de proteínas. Bases de datos de ADN. Ejemplos de bases de datos primarias: *Genbank*, EMBL, Swiss-Prot, TrEMBL, PDB

Análisis de secuencias: Introducción de probabilidad y estadística. Alineamiento global por pares. Alineamiento Múltiple. Generación de Matrices de score (BLOSUM, PAM). Dot-Plot. Programación dinámica. Programas de alineamiento: BLAST. FASTA. Búsquedas en bases de datos por similitud de secuencia. Patrones de secuencias y perfiles. Filogenia molecular. PSI-BLAST, PHI-BLAST, Mega-Blast.

Bases de datos Secundarias: Definición de bases de datos secundarias. Construcción de bases de secundarias. El problema de los falsos positivos/negativos. Modelos ocultos de Markov. Ejemplos de bases de Datos secundarias: Pfam, Gene-Ontology, UniProt, PRINTS, ProSITE. Algoritmos, complejidad y heurísticas. Diseño y mantenimiento de bases de Datos secundarias.

Análisis Bioinformático de Genomas: Ensamblado y anotación de genomas, predicción de genes, Bidireccional *best Hits* y *Iterative predictive Blast*. Base de datos de Genomas. Mapeo físico de genes. Uso de *Genome Browsers* (NCBI), *Ensembl* y *Galaxy*. Comparación de Genomas.

Análisis Bioinformático de datos *high-throughput* de microarreglos (MicroArrays)

Introducción a los MicroArrays, Análisis estadístico de significancia de los datos, Análisis de expresión por MicroArrays, definición de estado metabólico (expresoma, proteoma y metaboloma), *MicroArrays* específicos sobre *splicing* alternativo (*exon arrays*, *splicing sensitive arrays*), MicroArrays de Glicómica.

Metagenómica y Metabolómica: Introducción a la metagenómica, secuenciación de próxima generación. Anotación y análisis de metagenomas. Introducción a la metabolómica, análisis de vías y estados metabólicos. Uso de Base de datos KEGG.

Bioinformática Estructural: Repaso de estructura de proteínas. Predicción de estructura secundaria, DSSP. Análisis bioinformático de estructuras, alineamiento estructural. Predicción de estructura terciaria. *Threading*. Modelado comparativo. Métodos *ab-initio*. Búsqueda de motivos estructurales.

Interacciones entre biomoléculas: Bases moleculares de reconocimiento específico. Interacción proteína-proteína. Interacción proteína-ADN. Interacción droga-proteína. Predicción de interacciones. Predicción de estructuras. Monte Carlo. Algoritmos genéticos. *Docking*. *Clustering*. Métodos evolutivos. Bases de datos de interacciones. BIND. DIP.CAPRI.

### **Introducción a la Computación**

Especificación formal del problema usando lógica de primer orden. Algoritmos: Definición. Variables, estructuras de control básicas de la programación estructurada. Noción de estado. Tipos de Datos: booleano, entero, carácter, cadena de caracteres. Representación numérica. Errores de representación: *overflow* y *underflow*. Corrección de un algoritmo respecto de su especificación. Estructuras básicas: arreglos, matrices y *structs*. Algoritmos clásicos de búsqueda y ordenamiento: búsqueda binaria, *bubble-sort*, *insertion sort*, *quicksort*, *mergesort*, etc. Complejidad algorítmica: peor caso, mejor caso, orden promedio. Técnicas algorítmicas: *divide&conquer*, *backtracking*, heurísticas. Tipos abstractos de datos: lista, pila, cola, árbol, diccionario, conjunto.

### **Introducción a la Fisiología Animal**

Elementos de Fisiología Celular y Biofísica. Membranas, mecanismos de transporte, propiedades eléctricas de membrana. Producción y recepción de señales biológicas.

Sistema Nervioso. Fisiología neuronal. Sinápsis. Estructura anatómico funcional del sistema nervioso del mamífero. Sistemas Sensoriales. Sistema Motor. Reflejos espinales. Sistema Respiratorio. Estructura anatómica y funcional del sistema respiratorio del mamífero. Sistema Circulatorio. Sangre. Vasos sanguíneos. Corazón. Mecanismos de control por parte del sistema nervioso autónomo. Sistema Renal. Estructura anatómica y funcional del nefrón. Filtración, absorción y excreción. Control homeostático a nivel local y por el sistema nervioso autónomo. Sistema Endócrino. Introducción a la estructura y las funciones del sistema endócrino de mamíferos.

### **Introducción a la Geología (B)**

Evolución del conocimiento geológico desde sus comienzos hasta la tectónica de placas. Cristalografía. Propiedades físicas de los minerales. Elementos nativos, óxidos y sulfuros. Incluyendo yacimientos argentinos. Carbonatos, sulfatos, vanadatos, wolframatos y molibdatos. Silicatos. Gemología. Origen del Universo. Origen del

Sistema Solar y la Tierra. Planetología. Terremotos. Sísmica profunda. Estructura Interna de la Tierra. Campo magnético terrestre. Paleomagnetismo. Procesos endógenos y exógenos. Ciclo de las rocas. Rocas ígneas en general. Rocas plutónicas. Texturas. Clasificaciones. Formas de los cuerpos intrusivos. Rocas volcánicas y piroclásticas. Tipos de volcanismo. Clasificación de los diferentes tipos litológicos. Agentes sedimentarios. Algunas texturas sedimentarias. Rocas epiclásticas. Ambientes sedimentarios. Rocas sedimentarias químicas. Paleontología. Rocas metamórficas. Diferentes tipos de rocas en función de presión y temperatura. Metamorfismo regional. Metamorfismo de contacto. Metamorfismo dinámico. Ubicación de los distintos tipos de rocas en sus ambientes geológicos. Geología Estructural, Esfuerzo y Deformación. Pliegues. Fracturas, fallas (tipos), diaclasas. Discordancias. Diapirismo. Ejemplos argentinos de litologías y estructuras geológicas. Geomorfología. Agentes geomorfológicos. Remoción en masa. Procesos geomorfológicos fluviales, eólicos, marinos y glaciales. Hidrogeología. Geología Aplicada. Geología del Cuaternario. Geología Ambiental. Suelos. Riesgos Geológicos/Volcánicos. Tiempo Geológico. Principios de estratigrafía. La escala geológica. Geología Económica. Yacimientos. Concepto de mena y ganga. Ejemplos argentinos. Geología de Hidrocarburos. Geotectónica. Tipos de márgenes. Asociación de rocas con el tipo de márgenes. Estructuras asociadas a los bordes de placas.

### **Introducción a la Toxicología**

Aspectos históricos y culturales de los venenos. Influencia de la anatomía, fisiología, histología, patología y farmacología de los organismos vivos. Toxicocinética y toxicodinamia: Paradigma moderno. Tipos de agentes tóxicos. Ruta de exposición. Tipo de exposición. Dosis, dosis umbral, dosis letal. Tipos de efecto: trastornos del crecimiento y desarrollo, teratología, genotoxicidad, neurotoxicidad, hepatotoxicidad, carcinogenicidad. Etiología de la toxicidad. Estrategias descriptivas y analíticas para caracterizar agentes tóxicos. Biomarcadores de exposición, efecto y susceptibilidad. Interacción de la materia viva con los agentes químicos, físicos y biológicos. Especie blanco. Población blanco. Tejido blanco. Sitio de acción. Barreras mecánicas, físicas, químicas y biológicas. Susceptibilidad, vulnerabilidad, tolerancia y resistencia. Modo de Acción. Mecanismo de toxicidad. Estudios tiempo-respuesta y dosis-efecto. Tiempo de máximo efecto. Fundamentos de ecología y ecotoxicología. Bioconcentración, bioacumulación, biomagnificación en las cadenas tróficas. Intervenciones del hombre, cambios ambientales abruptos y fenómenos naturales de escala geológica que modifican los factores determinantes de riesgo en toxicología. Ejemplos de tóxicos sólidos, líquidos y gaseosos. Clasificación según estructura química y peligrosidad. Efectos combinados en escenarios realistas. Análisis de riesgo. Evaluación de riesgo. Fuentes de variabilidad intra- e inter-individual. Margen de seguridad. Rol de la incertidumbre en las decisiones regulatorias. Riesgo acumulativo. Extrapolación animal-hombre. Determinantes experimentales de los efectos observados. Agentes tóxicos a nivel hogareño y ocupacional. Relevancia de la dieta y el aire que respiramos. Niveles máximos permitidos. Casos históricos de Argentina.

### **Invertebrados I**

Plan estructural de los metazoos. Tipos celulares, tejidos y esqueletos. Reproducción y desarrollo. Consecuencias funcionales del tamaño corporal. Origen de los metazoos, de la especialización celular y de la complejidad. Diversidad y filogenia. Incluye el estudio de todos los phyla de Metazoa (a excepción de Chordata y Arthropoda): Morfología funcional. Sistemas. Ontogenia (desarrollo y ciclos de vida). Diversidad. Sistemática y Filogenia. Innovaciones evolutivas, interrelaciones. Simbiosis. Relevancia sanitaria y económica.

### **Invertebrados II: Crustacea y Chelicerata**

Exoesqueleto, cutícula, ecdisis. – Crustacea: tagmas. Morfología y función. Tipos de apéndices y adaptaciones. Caparazón, origen y función. Anatomía interna. Biología reproductiva. Estrategias tróficas. Formas parásitas, comensales y de vida libre. Tipos de desarrollo, larvas. Recursos pesqueros. Clasificación y filogenia. Órdenes y familias más representativas. – Chelicerata: tagmas. Plan corporal. Biología reproductiva. Comportamiento. La seda (trampas de captura, ootecas, etc.). Sustancias repugnatorias y venenos. Importancia económica y sanitaria. Clasificación y filogenia. Órdenes y familias más representativas. – Trilobita: plan corporal, registro fósil. Filogenia de los Artrópodos: teorías vigentes. – Pararthropoda (Onychophora, Tardigrada, Pentastomida) morfología externa, afinidad con los Arthropoda. – Métodos de captura y conservación de crustáceos, quelicerados y pararthropodos

### **Invertebrados II: Insecta y Myriapoda**

Exoesqueleto, cutícula, ecdisis. – Insecta: los tagmas cabeza, tórax y abdomen, organización y funciones. Anatomía interna. Tipos de aparato bucal. Ojos compuestos y ocelos. Apéndices locomotores, adaptaciones. Estructura y función de las alas. Genitalia externa (ovipositor). Tipos de desarrollo. Metamorfosis, larvas y pupas. Ciclos de vida. Insectos sociales. Biología y hábitat. Órganos productores y receptores de sonido. Defensas mecánicas y químicas. Rol de los insectos en el ecosistema. Importancia médica, veterinaria, agrícola y forestal. Clasificación y filogenia. Órdenes y familias más representativas. – Myriapoda: plan corporal, biología, su rol en el ecosistema, clasificación y filogenia. – Métodos de captura y conservación de insectos y miriápodos.

### **Limnología**

Factores físico-químicos en los cuerpos de agua continentales: luz, temperatura, calor, movimientos del agua, gases disueltos, carbono orgánico e inorgánico, alcalinidad, nutrientes, salinidad y composición iónica, coeficiente de atenuación vertical (Kd). Morfometría de los cuerpos de agua y métodos de medición. Regímenes de mezcla en cuerpos lénticos continentales. Fauna y flora de agua dulce: diversidad, forma y función, adaptaciones al medio acuático, relaciones tróficas, distribución espacial y temporal. Estructura y ecología de comunidades acuáticas: Bacterias y tramas microbianas; Plancton (fitoplancton y zooplancton); Perifiton; Bentos; Pleuston; Macrófitas; Comunidades de peces. Diseño de muestreos. Tramas tróficas. Cascadas tróficas. Control “*bottom-up*” y “*top-down*” en sistemas acuáticos. Producción primaria, curvas P-I. Ecología del fitoplancton. Zooplancton: distribución vertical, migraciones. Métodos de estudio del plancton. Trampas de sedimento. Métodos de estudio del bentos. Peces: Artes y maniobras de pesca, dinámica poblacional. Recuentos y estimaciones de biomasa en distintas comunidades acuáticas. Tipos de sistemas lénticos y lóticos. Orígenes de los lagos. Embalses: principales características e impactos, Ecología fluvial, caudal, turbulencia, teoría del Continuo, espiralado de nutrientes, concepto del pulso de inundación. Modelos de equilibrios alternativos en lagos someros. Producción animal. Alimentación y eficiencias de conversión. Métodos de estimación de la producción animal, cohortes. Ontogenia de los sistemas acuáticos. Oligotrofia y eutrofia. Eutrofización: características, mecanismos, floraciones algales, diagnóstico y medidas de control y restauración. Sistemas distróficos. Contaminación del agua.

### **Micología**

La célula fúngica: pared; organelas y cuerpos celulares. Citoesqueleto. Septos. Nutrición: biotrofia, necrotrofia, saprotrofia, mutualismo. Metabolismo primario y secundario. Crecimiento. Genómica funcional de hongos. Sistemática y taxonomía; clasificación y determinación; taxón: especie y categorías superiores; relaciones taxonómicas. Marcadores moleculares: nivel de resolución. Muestreo. Testeo de hipótesis. Análisis de datos. Diversidad de los hongos y grupos afines, delimitación de taxones, relaciones filogenéticas. Concepto de grupos funcionales, interacciones con otros organismos. Simbiosis fúngicas: endófitos, diferentes tipos de endófitos; asociaciones fúngicas con Artrópodos; micorrizas. Estrategias. Efectos en la ecología y fisiología del hospedante. Técnicas de estudio. Usos biotecnológicos. Hongos liquenizantes. Foto y micobiontes, cultivo. Ecología. Estructuras vegetativas y reproductivas. Rol ecosistémico.

### **Fisiología Fúngica**

La célula fúngica. Características diferenciales. Crecimiento. Cinética del crecimiento. Hongos unicelulares y filamentosos. Dimorfismo. Requerimientos químicos y físicos para el crecimiento. Respuesta a stress. Tecnologías de fermentación. Metabolismo primario y secundario. Regulación. Degradación de biopolímeros. Usos biotecnológicos de los hongos y sus enzimas. Fármacos y toxinas. Degradación de xenobióticos. Morfogénesis. Factores medioambientales y endógenos que controlan la morfogénesis. Ritmo circadiano. Diferenciación reproductiva. Feromonas. Transducción de señales. Resistencia y dispersión. Esporas. Fisiología de la germinación. Muerte celular programada.

### **Microbiología**

Impacto de la actividad de los microorganismos en la biosfera, estructura celular, diversidad y evolución. Diversidad metabólica y nutrición de los microorganismos. Características de los distintos dominios: bacterias, archaeas, firmicutes y otros phyla. Ecología, microbiología ambiental y sociomicrobiología. Genética bacteriana e intercambio genético. Microorganismos y biotecnología. Virología. Interacción microorganismo-hospedador, factores de patogenicidad y evasión de la respuesta inmune

### **Microbiología del Suelo**

La microbiología en el contexto histórico de la ciencia. Componentes del suelo: fracción inorgánica y orgánica. Formación de agregados: efecto de los microorganismos en la formación del suelo. Agua-atmósfera. Metabolismo microbiano. Procesos de control. Interacción microbiana. Los ciclos biogeoquímicos de los nutrientes (Carbono, nitrógeno, fósforo, azufre y metales). Descomposición de la materia orgánica, por microorganismos. Fotodescomposición. Aplicación de los microorganismos del suelo: biodegradación, biorremediación e inoculantes microbianos.

### **Micropaleontología**

Concepto moderno de fósil. Micropaleontología. Ecología y Paleocología. Bioestratigrafía, zonaciones y correlaciones. Paleoceanografía de los mares desde el Jurásico superior. Mayores eventos y su reflejo en la micropaleontología. Grandes acontecimientos paleoceanográficos. Aplicaciones en la interpretación de columnas estratigráficas de perforaciones. Reconocimiento de los mayores grupos en micropaleontología: nanoplancton calcáreo, foraminíferos bentónicos y planctónicos, ostrácodos, conodontes, oogonios, microfósiles silíceos.

### **Morfología de Criptógamas**

Esta asignatura está dividida en dos módulos temáticos teóricos y prácticos claramente diferenciados: 1) algas procariontes y eucariontes y 2) hongos y organismos afines.

Algas. Estructura básica de la célula algal: núcleo (pro, meso y eucariontes) y otras organelas. Historia de las clasificaciones. La Ficología en la República Argentina. Fundamentos de la sistemática moderna. Ecología de las algas. Diferentes hábitats. Conceptos de Paleolimnología. Biotecnología algal. Métodos de recolección. Manejo de bibliografía y bases de datos. Algas procariontes: Cyanobacteria (Cyanophyta). Algas eucariontes: Glaucophyta, Rhodophyta, Streptophyta), Ochrophyta, Prymnesiophyta, Cryptophyta, Dinophyta, Chlorarachniophyta, Euglenophyta.

Hongos. La "célula" fúngica. Fase somática: talo unicelular y filamentosos. Crecimiento hifal. El micelio y su organización. Reproducción: sexual, asexual y vegetativa. Ciclos de vida. Tipos de Nutrición. Sistemática y taxonomía. Diversidad de los hongos y grupos afines, delimitación de taxa, relaciones filogenéticas. Aspectos beneficiosos y perjudiciales: biodegradación y biodeterioro. Alimentación directa: comestibles, tóxicos y alucinógenos; alimentación indirecta: fermentación. Ecología. Interacciones simbióticas: Endofitos, Micorrizas, Patógenos.

### **Neurobiología del Aprendizaje y la Memoria**

Historia del estudio del aprendizaje y de la memoria. Definiciones y teorías. Distintos tipos de aprendizaje. Distintos tipos de memoria. Fases y curso temporal de la memoria. Consolidación, reconsolidación y extinción de la memoria. Neuromodulación de la memoria. Tipos de memoria. Aprendizaje y memoria espacial. Modelos de plasticidad neuronal, potenciación y depresión sináptica de largo término. Modelos de aprendizaje y memoria en invertebrados y vertebrados. Genética de la memoria. Modelos de especificidad sináptica de la marca mnésica. Comunicación sinápsis-núcleo. Comunicación núcleo-sinápsis. Mecanismos de plasticidad que involucran toda la neurona. Identificación de la traza mnésica. Mecanismos epigenéticos en la formación de la memoria.

### **Neurofisiología Integrativa**

Neuroanatomía y Organización del Sistema Nervioso Central a partir de su origen evolutivo. Neuroanatomía humana. Sistemas Sensoriales: vías y procesamiento central de la información. Audición. Visión. Olfato y gusto. Sensibilidades somáticas. Dolor. La organización del movimiento. Control motor espinal en vertebrados, Cerebelo. Control Central de las funciones autonómicas. Hipotálamo, su citoarquitectura y organización funcional. Estrés. Homeostasis calórica, control de ingesta de alimentos. Apetito por agua, sal y fluidos corporales. Dimorfismo Sexual. Comportamiento social, rol de neuropéptidos. Aprendizaje y memoria. Motivación. Estados emocionales. Sistema límbico. Cortezas de asociación. Hipocampo y representaciones espaciales. Sueño y vigilia. Neurobiología y evolución de la conciencia.

### **Oceanografía Biológica**

**Comentario [-----14]:** Se sugiere eliminar esta oración.

Historia de la oceanografía, mundial y argentina. Interacciones mar-atmósfera. Cambio climático. Bomba de carbono. Productividad primaria marina y terrestre. Escalas temporales y espaciales de los procesos que ocurren en el océano. Clasificación de los sistemas oceánicos. La luz y la fotosíntesis. Respuestas del fitoplancton a la luz. Color del océano. Bioluminiscencia. Temperatura. Estratificación térmica. La termoclina. Respuestas funcionales y estructurales de los organismos con la temperatura. Gases disueltos, oxígeno, dióxido de carbono. El pH. Acidificación. Salinidad. Origen del agua de mar. Constancia de la composición química del agua de mar. Componentes mayores. Influencia de la salinidad sobre los organismos. Nutrientes. Distribución y abundancia de los nutrientes. Los nutrientes en los ciclos de producción. Corrientes y movimiento del agua. El papel de las corrientes en los ciclos de vida, migraciones y biogeografía de los organismos marinos. Comparación con el ecosistema terrestre. La producción del mar. Significado en la alimentación de la humanidad. Producción primaria. Integración con los distintos factores. Producción del fitoplancton y de las macrofitas. Cadenas y tramas tróficas. Nutrición de los organismos marinos. Eficiencia y flujo de energía. Eficiencia de transferencia. Papel del detrito. Plancton. Generalidades. Características de la vida pelágica. Interacciones fito y zooplancton. Medidas de la tasa de fotosíntesis. La marea roja. Significado de las bacterias en el mar. Bacterias autotróficas y heterotróficas. Métodos de estudio. El bucle microbiano. Bacterias, bacterívoros y virus en el pelagial. Organismos nectónicos. Grupos principales. Migraciones. Causas. Organismos diadromos: anadromos y catadromos. Migraciones de reproducción, tróficas y de invernación. Marcación de organismos marinos. Hipótesis del reclutamiento. Bentos, clasificación. Características y modo de vida. Nutrición. Divisiones biogeográficas de los océanos, según Ekman y otros autores. Bipolaridad. Especies indicadoras. Biodiversidad. El Mar Argentino, Provincia argentina y Magallánica. Lagunas costeras, estuarios, océano profundo, venteos hidrotermales, praderas marinas, manglares, arrecifes de coral. El océano polar, Artico y Antártico. Recursos pesqueros. Población, stock, stock unitario. Parámetros vitales: reclutamiento, crecimiento y mortalidad. Modelos y métodos de estudio. Sobrepesca y sus problemas sociales. La acuicultura. Métodos. Ventajas y dificultades. Perspectivas de la maricultura. Especies más importantes. Contaminación de los océanos y de aguas costeras. Efectos en los organismos. Medios para reducir la contaminación. La contaminación en el Mar Argentino. Cartas de sensibilidad ecológica.

### **Oceanografía General**

Introducción histórica. Dimensiones, forma y materiales en el fondo de los océanos. Propiedades físicas del agua de mar: salinidad, temperatura, densidad, sonido, luz, color, nutrientes y trazadores. Distribuciones típicas de las propiedades del agua en los diferentes océanos. Balance de calor, masa y sal en los océanos. Circulación y masas de agua: corrientes producidas por el viento y circulación meridional del océano. Oceanografía descriptiva del Mar Argentino. Introducción a olas y mareas.

### **Organización y Función Celular**

Compartimentalización subcelular; Importación/exportación nuclear; vía secretoria, retículo endoplásmico y aparato de Golgi; endocitosis, exocitosis, transporte a mitocondrias. Arquitectura celular; estructura y organización del citoesqueleto; motores moleculares, función y regulación; asimetrías y polaridad subcelular. Ciclo celular; transducción de señales; respuesta celular a estrés, apoptosis. Modulación de la traducción proteica en respuesta a estrés. Sistema ubiquitina-proteasoma. Respuesta transcripcional a hipoxia; autofagia. Matriz extracelular; composición y función; interacción celular matriz. Mecanotransducción; respuesta celular a estrés mecánico; vías de transducción del estímulo mecánico.

### **Paleobiología**

La naturaleza del registro fósil. Escala de tiempo geológico. Procesos de fosilización. La naturaleza de los datos en Paleontología. Tafonomía y preservación. Calidad del registro fósil. Ventanas tafonómicas: fossil lagerstattem. Origen de la vida. Principales eventos en la evolución de la Geósfera y la Biósfera. Especies y especiación. El problema de la especie en Paleontología. Paleobiogeografía: la importancia del registro fósil en biogeografía. Biogeografía y tectónica de placas. Evolución y registro fósil. Paleobiología evolutiva. Patrones de diversidad y extinción. Historia de la diversidad biológica. Extinciones en masa durante el Fanerozoico. Patrones de cambio morfológico en linajes fósiles. Paleobiología tóxica. Paleoecología. Los fósiles como fuente de información ecológica y paleoclimática. Proxies biológicos en paleolimnología y paleoceanografía. Paleobiogeoquímica. Respuesta biótica a los cambios globales. Paleoecología evolutiva.

### **Paleobotánica**

El factor tiempo en las Ciencias Biológicas. El tiempo en escala geológica e histórica. El estudio de las plantas fósiles y de las actuales. Primeras manifestaciones de vida sobre la Tierra. Evolución del ambiente en el Precámbrico. Origen de la vida. Fungi, Líquenes y Briofitas. Conquista del medio terrestre. Las primeras plantas vasculares. Desarrollo de los aparatos de sostén, conducción y protección. Adaptaciones ecológicas y dominio del medio terrestre. Variaciones morfológicas de los órganos vegetativos y reproductivos. Pteridofitas. Iso y heterosporia. Aumento de la diversidad durante el Devónico y Carbonífero. Progimnospermas. Gimnospermas. Helechos con semilla. Ginkgoales, Cordaitales y Coníferas. Evolución de las coníferas modernas y el registro fósil. Aparición y desarrollo del óvulo. Aparición de la semilla, ventajas adaptativas. Evidencias fósiles. Magnoliophyta. Origen de las angiospermas: Teorías y evidencias. Gimnospermas "angiospermoides". Evolución de la polinización entomófila. Ventajas adaptativas del carácter "angiospérmico". Aparatos de sostén, conducción y protección, ventajas adaptativas y comparación con Pteridofitas y Gimnospermas. Origen de las monocotiledóneas. Origen de las subclases de dicotiledóneas. Taofloras del: 1) Precámbrico, 2) Paleozoico Inferior, 3) Devónico, 4) Carbonífero y Pérmico, 5) Mesozoico, 6) Cretácico Superior y Terciario, 7) Cuaternario. Análisis paleogeográfico (placas continentales), paleoclimático (variaciones de fajas climáticas), paleofitogeográfico (tipos de asociaciones vegetales y evolución de grandes taxones). Momentos importantes en la historia de las plantas. La Paleobotánica en la Argentina, historia y situación actual. Líneas de trabajo principales y recientes, nuevas perspectivas (morfología, anatomía, palinología, cutículas, filogenias, biogeografía, paleoclima, conservación de la biodiversidad). Relaciones con otras ciencias.

### **Paleoecología**

Introducción a la Paleoecología: conceptos, métodos y parámetros. Paleoecología de ambiente marino. Océanos actuales. Parámetros ambientales. La vida en el ambiente marino. Cadenas tróficas. Interacciones bióticas. Ecosistemas marinos. Costas rocosas y de fondos blandos. Ecosistema de plataforma continental. Estuarios, marismas saladas y manglares. Ecosistema marino profundo. Comunidades hidrotermales y de surgencias frías. Origen de los ecosistemas marinos. Origen de los ecosistemas continentales. Las plantas terrestres del Cambro-Ordovícico y Silúrico. Los ecosistemas terrestres del Devónico Superior y Carbonífero Inferior. Los vertebrados del Devónico y Carbonífero. Terrestrialización. Los biomas del Pérmico. Teoría de las radiaciones y extinciones. Paleoecología de eventos evolutivos: radiación ordovícica, extinción en masa del Devónico Terminal. Eventos Anóxicos globales. Óptimo térmico del Paleoceno-Eoceno. Paleobiogeografía: conceptos y métodos.

### **Paleontología**

Introducción. Paleobotánica. Paleoinvertebrados. Paleovertebrados. Grupos fósiles más importantes y su significado estratigráfico y ambiental. Morfología y distribución de los más importantes taxones de megafósiles vegetales y animales. Sucinto panorama evolutivo en el tiempo geológico.

### **Paleontología de Invertebrados**

Introducción. Conceptos básicos. Origen de eucariotas. Origen y diversificación de Metazoa. La explosión cámbrica. Grados y planes anatómicos. Árbol filogenético de los animales basado en los planes corporales y desarrollo embrionario. Clasificación. Porifera. Importancia geológica de las esponjas. Coelenterata. Ecología de arrecifes. Uso geológico de los corales. Corales como colonias. Bryozoa. Ecología y Distribución. Uso Estratigráfico. Brachiopoda. Historia Evolutiva. Ecología y Distribución. Provincias Faunísticas. Uso Estratigráfico. Mollusca: grupos menores. Gastropoda. Bivalvia. Nautiloidea. Coleoidea y Ammonoidea. Predación y la evolución de los moluscos. Artrópodos misceláneos. Trilobita. Echinodermata misceláneos. Blastozoa. Crinozoa. Echinozoa. Evolución: los primeros grupos y su radiación, evolución convergente y formas intermedias. Graptolites. Afinidades biológicas. Evolución. Formas de vida. Provincias Faunísticas. Uso estratigráfico. Trazas Fósiles de Invertebrados.

### **Paleontología de Vertebrados**

Los Craniata como cordados, su origen y evolución temprana. Biomineralización y el origen de los vertebrados. Los Gnathostomata, su diversificación y la caracterización de los mares en el Paleozoico temprano: Placodermi, Chondrichthyes y Osteichthyes. El origen de Tetrapoda y la terrestrialización. El origen de Lissamphibia:

temnospóndilos o lepospóndilos? Los primeros registros de amniotas. Los Parareptilia y los primeros diápsidos. Los Arcosauromorfos y su diversificación a inicios del Mesozoico. Los dinosaurios y el origen de las aves. Las plumas y el vuelo. Las aves del Mesozoico. La evolución de Synapsida y su rol en los ecosistemas terrestres del Paleozoico. El origen de las características mamalianas. La radiación temprana de los mamíferos en el Mesozoico. Los Metatheria y Eutheria. Los eutherios del Cenozoico.

#### **Palinoestatigrafía**

Aspectos morfológicos de los distintos grupos de palinomorfos. Distribución estratigráfica y zonaciones, con especial atención a material argentino y latinoamericano. Utilidad en la prospección de hidrocarburos.

#### **Química Farmacológica**

Principios generales de Farmacología. Principios de Farmacología clínica y desarrollo de nuevos medicamentos. Fases del desarrollo de medicamentos. Aspectos éticos y regulación de su estudio y comercialización. Farmacodinamia y farmacocinética. Interacción droga-receptor. Unión específica: cuantificación de la relación concentración-efecto y análisis de datos. Blancos moleculares de la acción de drogas. Transducción de señales y efecto farmacológico. Mecanismos de inhibición enzimática por fármacos. Reacciones adversas a fármacos. Tipos y mecanismos. Variación poblacional del efecto de drogas. Farmacogenética. Factores fisicoquímicos asociados al pasaje a través de membranas. Atrapamiento iónico. Absorción. Biotransformación. Parámetros farmacocinéticos. Cinéticas de eliminación y de acumulación. Modelos. Sistemas de transporte de drogas y drogas que interactúan con proteínas transportadoras. Formas farmacéuticas modernas. Bases bioquímicas, celulares y moleculares de la acción de fármacos en órganos y sistemas. Quimioterapia de las enfermedades neoplásicas. Antimetabolitos, análogos de bases, antimicóticos y anticuerpos monoclonales. Introducción a la Farmacología del proceso inflamatorio. Blancos moleculares en uso y potenciales. Antiinflamatorios no esteroides, glucocorticoides, inmunosupresores y fármacos alternativos para el tratamiento de enfermedades inflamatorias crónicas. Farmacodinamia de drogas con acción en el sistema nervioso autónomo. Fármacos con acción en el sistema nervioso central. Mecanismos de tolerancia y farmacodependencia. Identificación de blancos y desarrollo de drogas para trastornos de la función vascular. Bases bioquímicas y celulares de las interacciones farmacológicas. Tópicos de química farmacológica. Relación estructura-actividad: Modelado molecular y su aplicación al desarrollo de nuevos medicamentos. Relaciones estructura-función en el mecanismo de acción, el metabolismo y la detoxificación de agentes terapéuticos. Prodrogas y estrategias farmacológicas y farmacéuticas para modificar el efecto o el metabolismo de drogas. Fisicoquímica de macromoléculas. Identificación de motivos repetidos en una secuencia y empleo de algoritmos para su resolución. Validación de nuevos blancos moleculares para su investigación como posibles blancos terapéuticos. Métodos de screening. Bioinformática como complemento del trabajo de laboratorio para la búsqueda de nuevos blancos, nuevos mecanismos de acción y nuevas aplicaciones. Aplicaciones a células, tejidos, órganos y sistemas del nuevo paradigma para el desarrollo de drogas a partir de la genómica: Comprensión del papel del gen o la proteína candidatos a blancos terapéuticos en el proceso y los mecanismos moleculares de enfermedad. Innovación farmacológica. Proyectos de investigación y desarrollo de fármacos en la Argentina.

#### **Química Fisiológica**

Concepto de integración de los fenómenos biológicos en mamíferos. Regulación del medio interno, el estado ácido-base y el equilibrio hidroelectrolítico. Mecanismos de transporte y su regulación electroquímica y hormonal. Fisiopatología renal y fenómenos asociados a la manutención de la homeostasis corporal. Teoría de la interacción hormona-receptor modelos matemáticos y gráficos. Limitaciones biológicas a los modelos. Mecanismos moleculares de los efectos fisiológicos de acción hormonal. Integración de las respuestas en condiciones normales y patológicas. Hemodimania. Fisiopatologías humanas asociadas a desequilibrios hemostáticos y hormonales. Conceptos farmacológicos asociados.

#### **Sedimentología**

Historia y principios básicos de la sedimentología. Los sedimentos y las rocas sedimentarias en el ciclo geológico. Meteorización y origen de los sedimentos. Atributos de los sedimentos: tamaño de grano y distribución granulométrica, forma y esfericidad. Mecanismos de transporte de los sedimentos. Flujos fluidos y flujos

gravitatorios. Acumulación de los sedimentos. Las estructuras sedimentarias. Clasificación de las estructuras sedimentarias. Transformación de sedimentos en roca: la diagénesis. Distintos tipos de rocas sedimentarias y su clasificación. Areniscas, fangolitas, calizas, rocas volcánicas, chert, hierro sedimentario, evaporitas.

### **Sistemática de Plantas Vasculares**

La asignatura Sistemática de Plantas Vasculares abarca tópicos que apuntan a: El conocimiento de un amplio panorama sobre la biodiversidad de las Tracheophyta existentes, desde un enfoque evolutivo. El análisis de la evolución de los caracteres vegetativos y reproductivos en Tracheophyta. El conocimiento de las familias más importantes que componen los grandes grupos de Plantas Vasculares, ejemplos y su distribución geográfica y datos de importancia económica. Se destacan los ejemplos nativos o aquellos ejemplos de interés práctico. Se describen los caracteres estructurales, funcionales y reproductivos de las plantas y su relación con el ambiente. El reconocimiento y análisis de los grupos que caracterizan o son dominantes en la Flora Argentina en correlación con los biomas Sudamericanos. La adquisición de herramientas básicas para realizar y/o comprender investigaciones relacionadas con las plantas vasculares en las áreas de Sistemática Morfológica, Ecología, Genética, Evolución, Biología Reproductiva y Biología Molecular.

### **Sistemática Teórica**

Comparación entre distintos métodos de clasificación. Clasificaciones naturales. Homología, caracteres y estados. Árboles filogenéticos y criterios de optimalidad. Optimización. Máxima parsimonia. Sinapomorfías, plesiomorfías, homoplasia. Grupos monofiléticos, parafiléticos, polifiléticos. Enraizamiento y búsqueda de árboles filogenéticos. Algoritmos exactos y heurísticos. Medidas de ajuste y pesado de caracteres. Consenso y medidas de soporte. Tratamiento de particiones de datos. Landmarks, morfometría y morfoespacio. Filogenias moleculares. Caracteres y concepto de homología. Alineamientos. Modelos de evolución molecular. Algoritmos de distancias. Máxima verosimilitud, inferencia Bayesiana. Análisis filogenómico. Reloj molecular. Coevolución, biogeografía histórica, ajuste al registro fósil. Método comparativo filogenético.

### **Vertebrados**

Es una asignatura teórico-práctica que está orientada a entender las características generales del modelo "vertebrata" desde su morfología y función, así como su diversidad y las formas de adaptación a los variados hábitat que ocupan. En este marco, la asignatura comienza con una primera parte que incluye una introducción respecto del origen de los vertebrados y a las herramientas para su estudio. Posteriormente se abordará el estudio de los sistemas de sostén y locomoción, transporte corporal, intercambio ventilatorio, sistema urogenital, procesamiento del alimento y nutrición, sistemas de coordinación e integración y tegumento con sus derivados. Cada una de las unidades temáticas tendrá como objetivo entender el origen evolutivo y ontogenético de la estructura ó del sistema, sus partes, funcionamiento y las principales modificaciones en cada uno de los grandes grupos de Vertebrados. En la segunda parte de la asignatura se aborda la diversidad viviente y extinta de los vertebrados, utilizando como guía las hipótesis filogenéticas más recientes para los distintos clados. Se enfatiza la naturaleza de la evidencia que apoya las distintas hipótesis, y en los casos en que es posible, la misma es presentada también en los trabajos prácticos.

### **Virología Molecular**

Estructura y composición química de los virus: genomas, proteínas y membranas virales. Purificación de partículas virales: su aplicación en el laboratorio y la industria. Detección, cultivo y cuantificación de virus. Aislamiento y caracterización. Propagación de virus animales en distintos hospedadores. Métodos de titulación. Obtención de stocks virales. Curvas de multiplicación. Etapas del ciclo de multiplicación de un virus animal: adsorción, penetración, síntesis de macromoléculas, ensamblaje y brotación. Procesos moleculares subyacentes al control de la expresión (transcripcional, post-transcripcional, traduccional y post-traduccional) de las proteínas virales y de distintas proteínas celulares implicadas en procesos de autofagia, apoptosis, necrosis, diferenciación y división celular, ciclo celular, transformación celular, movilidad intracelular y extracelular, respuesta inmune innata, etc. como parámetros definitorios del tipo de interacción virus-célula. La modulación de distintas vías de señalización celular durante la replicación viral. Genética de virus animales. Variabilidad genética y antigénica. Las quasispecies como base de la evolución viral. Virosis emergentes. El concepto de virocélula como unidad evolutiva. Los virus como mediadores del tráfico de información genética entre células. Vectores virales en terapia génica. Control de

**Comentario [-----15]:** Se observa que los contenidos mínimos de esta asignatura fueron redactados con una lógica diferente a la de la mayoría, y parecen especificar la organización de la asignatura más que enunciar sus contenidos mínimos. Se sugiere adecuarlos para conservar una lógica homogénea.

las enfermedades virales: vacunas y antivirales, ensayos preliminares empleando la técnica de CRISPR. Respuesta inmune a las infecciones virales. Constitución antigénica de los virus. Reacciones serológicas de uso en virología: aplicaciones al diagnóstico virológico y a la taxonomía.

**i) El ciclo lectivo a partir del cual tendrá vigencia**

El presente plan entrará en vigencia a partir del primer cuatrimestre del ciclo lectivo de 2019.

**j) La determinación de los requerimientos que debe cumplir el estudiante para mantener la regularidad en la carrera.**

Los establecidos por la Resolución 1648/91 del Consejo Superior de la Universidad de Buenos Aires y toda otra normativa que la Universidad establezca.

**k) Período de Transición entre Planes y Modificaciones**

El plan anterior de la LCB aprobado por Resolución 304/84 y modificado por resolución 550/86 del Consejo Superior de la Universidad de Buenos Aires caducará en los exámenes complementarios del ciclo lectivo 2024. Los/las estudiantes que no completen el plan en la fecha prevista o quienes soliciten la incorporación al nuevo plan se les otorgará las equivalencias de sus materias según lo estipulado en el Régimen de equivalencia entre planes de estudios que se detalla en el correspondiente apartado.

**l) Régimen de equivalencia entre planes de estudio**

**Entre materias del nuevo plan y el plan 1984 (Res.CS 304/84 y su modificatoria)**

Nuevo Plan	Plan 1984
<b>Primer Ciclo de Grado: Ciclo Básico Común</b>	
Biología (08)	Biología (08)
Física (03)	Física (03)
Introducción al Conocimiento de la Sociedad y el Estado (24)	Introducción al Conocimiento de la Sociedad y el Estado (24)
Introducción al Pensamiento Científico (40)	Introducción al Pensamiento Científico (40)
Matemática (51)	Matemática (61)
Química (05)	Química (05)
Nuevo Plan	Plan 1984
<b>Segundo Ciclo de Grado: Ciclo Troncal</b>	
Biometría	Biometría
Ecología General	Ecología General
Electromagnetismo y Óptica	Física II
Evolución	Evolución

Genética	Genética I
Introducción a la Biología Molecular y Celular	Introducción a la Biología Molecular y Celular
Introducción a la Botánica	Introducción a la Botánica
Introducción a la Zoología	Introducción a la Zoología
Matemática I	Análisis Matemático I
Matemática II	Elementos de Cálculo Numérico
Mecánica y Termodinámica	Física I
Química Biológica	Química Biológica
Química General e Inorgánica I	Química General e Inorgánica I
Química Orgánica	Química Orgánica
<b>Nuevo Plan</b>	<b>Plan 1984</b>
<b>Segundo Ciclo de Grado: Ciclo Superior</b>	
Álgebra I (160hs.)	Álgebra I
Análisis Biológicos I (160hs.)	Análisis Biológicos I
Análisis I (160hs.)	Análisis I
Bioestratigrafía(120hs.)	Bioestratigrafía
Biología Animal Sensorial (160hs.)	Biología Animal Sensorial
Biología Celular (160hs.)	Biología Celular
Biología Comparada de Protistas (160hs.)	Biología Comparada de Protistas
Biología de la Conservación (160hs.)	Biología de la Conservación
Biología de la Reproducción y el Desarrollo (160hs.)	Embriología Animal
Biología del Desarrollo Reproductivo de Plantas (160hs.)	Embriología Vegetal
Biología del Desarrollo Vegetativo de Plantas (160hs.)	Anatomía Vegetal
Biología de Peces (160hs.)	Biología de Peces
Biología Molecular (160hs.)	Biología Molecular
Biología Molecular de Microorganismos Eucariotas (160hs.)	Biología Molecular de Eucariotas Inferiores
Biometría II (160hs.)	Biometría II
Bioquímica Avanzada (120hs.)	Bioquímica Avanzada
Bioquímica Avanzada: Regulación Metabólica (160hs.)	Bioquímica Avanzada: Regulación Metabólica
Biotecnología Industrial y Microbiología Aplicada (Bacterias y Arqueas) (120hs.)	Biotecnología Industrial y Microbiología Aplicada (Bacterias y Arqueas)
Biotecnología Microbiana Ambiental (120hs.)	Biotecnología Microbiana Ambiental
Biotecnología Vegetal (160hs.)	Agrobiotecnología
Botánica Económica (120hs.)	Botánica Económica
Citogenética (160hs.)	Citogenética
Conceptos y Técnicas de Biotecnología (160hs.)	Conceptos y Técnicas de Biotecnología
Ecología Ambiental (160hs.)	Ecología Ambiental

**Comentario [-----16]:** Esta asignatura pareciera no formar parte del plan anterior, siguiendo la Res. (CS) N° 304/84. En este caso, sería deseable indicar la procedencia de estas asignaturas, es decir, la resolución que aprobó su creación. Si corresponden a una nueva asignatura, se debe colocar un guion ya que no posee equivalencia.

**Comentario [-----17]:** Esta asignatura pareciera no formar parte del plan anterior, siguiendo la Res. (CS) N° 304/84. En este caso, sería deseable indicar la procedencia de estas asignaturas, es decir, la resolución que aprobó su creación. Si corresponden a una nueva asignatura, se debe colocar un guion ya que no posee equivalencia.

Ecología de Comunidades y Ecosistema (160hs.)	Ecología de Comunidades y Ecosistemas
Ecología de Poblaciones (160hs.)	Ecología de Poblaciones
Ecología del Comportamiento Animal (160hs.)	Ecología y Comportamiento Animal
Ecología de Paisajes y Regiones (160hs.)	Ecología Regional
Ecología y Desarrollo (160hs.)	Ecología y Desarrollo
Ecología y Epidemiología de Infecciones Parasitarias (160hs.)	Parasitología General
Edafología(120hs.)	Edafología
Elementos de Biología Floral (160hs.)	Elementos de Biología Floral
Endocrinología de Vertebrados (160hs.)	Endocrinología Comparada
Entomología (160hs.)	Entomología
Estructura y Función de Biomoléculas (160hs.)	Química Biológica II B (Estructura y Función de Biomoléculas)
Ficología (160hs.)	Ficología
Fisiología Animal Comparada (160hs.)	Fisiología Animal Comparada
Fisiología del Comportamiento Animal (160hs.)	Fisiología del Comportamiento Animal
Fisiología del Sistema Nervioso (160hs.)	Fisiología del Sistema Nervioso
Fisiología Vegetal (160hs.)	Fisiología Vegetal
Fisiología y Comportamiento de Insectos (160hs.)	Fisiología de Insectos
Fisiotopatología Molecular (160hs.)	Análisis Biológicos II
Fitopatología (160hs.)	Fitopatología
Fotointerpretación (160hs.)	Fotointerpretación
Genética Molecular Bacteriana I (80hs.)	Genética Bacteriana
Genética Molecular Bacteriana II (80hs.)	Genética Bacteriana
Genética de Poblaciones (160hs.)	Genética de Poblaciones
Genética Molecular (160hs.)	Genética Molecular
Genética Molecular del Desarrollo (160hs.)	Desarrollo y Diferenciación (Biología Molecular del Desarrollo)
Genética Toxicológica (160hs.)	Genética Toxicológica
Genética y Ecología Molecular (160hs.)	Genética II
Genómica Aplicada (160hs.)	Genómica Aplicada
Geología Marina (120hs.)	Geología Marina
Geología y Ecología Ambiental de Áreas Costeras (120hs.)	Geología y Ecología Ambiental de Áreas Costeras
Geomorfología (160hs.)	Geomorfología
Histología Animal (160hs.)	Histología Animal
Historia de la Ciencia (120hs.)	Historia de la Ciencia
Ingeniería Genética (160hs.)	Ingeniería Genética
Inmunología Celular y Molecular (160hs.)	Inmunoquímica
Instrumentación Biológica(120hs.)	Instrumentación Biológica

**Comentario [-----18]:** Esta asignatura pareciera no formar parte del plan anterior, siguiendo la Res. (CS) N° 304/84. En este caso, sería deseable indicar la procedencia de estas asignaturas, es decir, la resolución que aprobó su creación. Si corresponden a una nueva asignatura, se debe colocar un guion ya que no posee equivalencia.

**Comentario [-----19]:** Esta asignatura pareciera no formar parte del plan anterior, siguiendo la Res. (CS) N° 304/84. En este caso, sería deseable indicar la procedencia de estas asignaturas, es decir, la resolución que aprobó su creación. Si corresponden a una nueva asignatura, se debe colocar un guion ya que no posee equivalencia.

**Comentario [-----20]:** Esta asignatura pareciera no formar parte del plan anterior, siguiendo la Res. (CS) N° 304/84. En este caso, sería deseable indicar la procedencia de estas asignaturas, es decir, la resolución que aprobó su creación. Si corresponden a una nueva asignatura, se debe colocar un guion ya que no posee equivalencia.

Introducción a la Bioinformática Molecular(120hs.)	Introducción a la Bioinformática Molecular
Introducción a la Computación(120hs.)	Introducción a la Computación
Introducción a la Fisiología Animal (160hs.)	Introducción a la Fisiología Molecular
Introducción a la Geología (B) (160hs.)	Introducción a la Geología
Introducción a la Toxicología (160hs.)	Introducción a la Toxicología
Invertebrados I (160hs.)	Invertebrados I
Invertebrados II: Crustacea y Chelicerata(80hs.)	Invertebrados II
Invertebrados II: Insecta y Myriapoda (160hs.)	Invertebrados II
Limnología (160hs.)	Limnología
Micología (160hs.)	Micología
Fisiología Fúngica (160hs.)	Micología Experimental
Microbiología (160hs.)	Microbiología e Inmunología
Microbiología del Suelo (160hs.)	Microbiología del Suelo
Micropaleontología (160hs.)	Micropaleontología
Morfología de Criptógamas (160hs.)	Morfología de Criptógamas
Neurobiología del Aprendizaje y la Memoria (160hs.)	Neurobiología del Aprendizaje y la Memoria
Neurofisiología Integrativa (160hs.)	Neurofisiología Integrativa
Oceanografía Biológica (160hs.)	Oceanografía Biológica
Oceanografía General (160hs.)	Oceanografía Física
Organización y Función Celular (160hs.)	Química Biológica II A
Paleobiología (160hs.)	Paleobiología
Paleobotánica (160hs.)	Paleobotánica
Paleoecología	Paleoecología
Paleontología (160hs.)	Paleontología
Paleontología de Invertebrados (160hs.)	Paleontología de Invertebrados
Paleontología de Vertebrados (160hs.)	Paleontología de Vertebrados
Palinoestigrafía (160hs.)	Palinoestigrafía
Química Farmacológica (120hs.)	Química Farmacológica
Química Fisiológica (160hs.)	Química Fisiológica
Sedimentología (160hs.)	Sedimentología
Sistemática de Plantas Vasculares (160hs.)	Sistemática de Plantas Vasculares
Sistemática Teórica (160hs.)	Sistemática Teórica
Vertebrados (160hs.)	Vertebrados
Virología Molecular (160hs.)	Virología Molecular

**m) Condiciones de ingreso**

Para ingresar en la carrera de Licenciatura en Ciencias Biológicas el aspirante deberá acreditar el nivel secundario completo. Excepcionalmente, los mayores de VEINTICINCO (25) años que no reúnan esa condición podrán ingresar mediante la aprobación de las evaluaciones que para tal fin se establezcan según la normativa vigente.