

PLAN DE ESTUDIOS

1 - CARACTERÍSTICAS GENERALES

Título que otorga: Doctora o Doctor en Ciencias Biológicas

Tipo de Doctorado: Académica

Modalidad de dictado: Presencial semiestructurado

Sede Administrativa: Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales (FCEFyN).

2 - FUNDAMENTACIÓN

Historia

La Universidad Nacional de Córdoba es la Casa de Altos Estudios más antigua del país. Fundada en 1621 cuando la Compañía de Jesús, Orden Jesuita con sede en la Ciudad de Córdoba, obtiene la facultad de conferir títulos grados. En 1856, luego de su nacionalización bajo la presidencia de Domingo F. Sarmiento, el perfil eminentemente filosófico-teológico que tenía la Universidad extiende el horizonte del conocimiento abarcado incluyendo las Ciencias dedicadas al estudio de la Naturaleza, es decir del mundo físico y el biológico. Entonces se fundan la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, predecesora de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, donde está radicado el presente Doctorado en Ciencias Biológicas.

La primera Tesis realizada en la entonces Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas fue llevada a cabo por Saile Echegary bajo la dirección del químico y zoólogo Dr. Adolfo Döring y versaba sobre “La hipomanina: un nuevo principio cristalizado en el Chuscho. *Nierembergia hippomanica* Miers”. Apareció publicada en el Boletín de la Academia Nacional de Ciencias (Vol. 3, año 1879), con la indicación que la misma “ha sido presentada con motivo de la primera promoción al Doctorado ocurrida en la Facultad”.

El Doctorado en Ciencias Biológicas es hoy un trayecto curricular de posgrado de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. Si bien la primera Tesis Doctoral de esta Facultad se gesta tan tempranamente en el ámbito de las Ciencias Biológicas, en lo formal, las Carreras de Doctorado en Ciencias fueron creadas más tarde en esta Facultad.

En breve registro histórico se puede destacar que en 1877 se establecen las condiciones para aspirar al grado de Doctor en esta Facultad aunque la Carrera del Doctorado queda formalmente constituida en 1945 (Ordenanza HCD – 19-24/7/45) abarcando las especialidades de Mineralogía, Geología, Botánica y Zoología. En 1953 se escinde el Doctorado en Ciencias Naturales con las orientaciones Zoología

y Botánica (Res. HCD-17/5/53). Recién en 1956 queda establecido definitivamente el nombre de Doctorado en Ciencias Biológicas (Res HCD-84-1956). En 1965 se dispone y aprueba el primer Reglamento de Tesis, en el que se establecieron los siguientes requisitos: i) presentación de un proyecto que será evaluado, ii) formación de una Comisión de Evaluación, iii) aprobación de idiomas, iv) conformación de un Tribunal de Tesis y v) presentación de la Tesis.

En el mismo año, 1965, se aprueba otra resolución del mismo tenor donde se ajustan procedimientos administrativos. En 1968 (Ordenanza 6/68) se reglamenta «la presentación de las Tesis y recepción de las pruebas para doctorarse». Se destaca que: i) se restringe el tema de Tesis preferentemente a los relacionados con la historia natural del país, ii) puede recusarse el tribunal, iii) la defensa oral consta de dos partes, una sobre el tema de Tesis y otra sobre un tema accesorio. En 1988 (Res. 44-HCD-88) se especifica que además de los idiomas, cada estudiante de Doctorado deberá «aprobar por lo menos tres cursos de formación general o particular afín al tema de investigación» y «uno sobre teoría y metodología de la Investigación Científica»; a la vez se atribuye funciones específicas a la Comisión de Admisión y se dispone por primera vez la creación y funcionamiento de una Comisión Asesora para cada estudiante de Doctorado. Las reglamentaciones mencionadas fueron comunes para las Carreras del Doctorado en Ciencias Geológicas y Biológicas. Estas Carreras se escinden recién en 1996 (Res. 488-HCD-96).

A partir de 1996, y como resultado de diversos logros que determinaron un salto cualitativo tanto en lo académico-científico como en lo administrativo-contable, comienza una nueva etapa en la Carrera del Doctorado en Ciencias Biológicas. Uno de los hechos más importante a destacar es la categorización de la Carrera del Doctorado ante la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) que otorgó a la Carrera del Doctorado con su máxima calificación: “A”. Esta calificación ha sido mantenida en las evaluaciones sucesivas hasta la actualidad y es una de las razones por las que este Doctorado es elegido por estudiantes de todo el país y del extranjero.

Algunos de los muchos logros que determinaron dicho salto cualitativo notable tanto en lo Administrativo-Contable como en lo Académico-Científico fueron:

Categorización ante la CONEAU como Doctorado “A” durante la Gestión de la Dra. Madgalena de Doucet ;

Formación de un Consejo Asesor que colabora con los Directores de la Carrera, formado por Directores de Tesis de la Escuela de Biología (Universidad Nacional de Córdoba);

Establecimiento de convenios con otras Instituciones Nacionales e Internacionales como con el Consorcio de Ciencias de la Vida y con la Universidad de Campinas (SP, Brasil) para el intercambio de estudiantes de Doctorado y Profesores;

Mejoramiento sustancial de las instalaciones y equipamientos tanto para la parte administrativa, pero fundamentalmente para el dictado de cursos de posgrado y defensa oral de Tesis Doctorales.

Aprobación de nuevos reglamentos en 2006 y 2012 (RHCS_115_2012) donde se perfeccionan los lineamientos de gobierno del doctorado fijando reglas nuevas para la constitución de un Consejo de Doctorado, la organización curricular y el seguimiento de cada estudiante de Doctorado.

Se organizó la estructura administrativa de la secretaría para separar las tareas Admisión, Organización Curricular, Seguimiento de Tesistas y Defensas.

Se incorpora la gestión contable del Doctorado a la plataforma de gestión digital de la Universidad Nacional de Córdoba, SIU-Pilagá. Esa tarea era antes realizada por contadores contratados para tal fin.

Se ajustaron rápidamente la gestión de todo el Doctorado a las condiciones impuestas por la emergencia sanitaria (COVID 19) de modo que no se produjo resentimiento alguno ni en las admisiones, ni seguimiento de Tesistas ni en las defensas de las Tesis.

En la actualidad, debido a las diversas y multidisciplinarias áreas que abarca el conocimiento de las Ciencias Biológicas, la Carrera del Doctorado en Ciencias Biológicas culmina la formación académica de alumnos formados en distintas Carreras de Grado: Biólogos, Ingenieros Agrónomos, Licenciados en Genética, Psicólogos, Veterinarios, entre otros.

En un período de 27 años desde 1993 hasta 2020 egresaron 768 Doctores de la presente Carrera. A través del mismo tiempo se aprecia un crecimiento lineal en la población de egresados de cerca de tres Doctoras y Doctores en menos de dos años en promedio. En 2020 egresaron 41 tesistas por lo que se estima, si la presente tendencia se mantiene, que dentro de 10 años egresarán estimativamente 60 Doctoras y Doctores por año. El porcentaje promedio de egresos por cohorte es de más del 76% según datos recabados en Guaraní para estudiantes de Doctorado que ingresaron entre 2011 y 2015.

Entre los egresados de esta Carrera, se registran prestigiosos científicos reconocidos que desempeñan en numerosas Universidades y Centros de Investigación de reconocida trayectoria o Instituciones Nacionales y del Extranjero, así como profesores e Investigadores que se desempeñan en instituciones nacionales y privadas de docencia e investigación.

Las Ciencias Biológicas

La palabra “biología” nació en el siglo XIX. Previamente, en la época de los grandes filósofos de la ciencia, sólo existían la medicina, la historia natural y la botánica. La botánica era cultivada por médicos interesados en las plantas medicinales y la historia natural de los animales por los teólogos con el interés de reforzar el argumento del diseño. La revolución científica de las ciencias exactas había dejado intacta a las ciencias biológicas. Las mayores innovaciones en las ciencias biológicas tuvieron lugar recién en los siglos XIX y XX (Mayr 1982).

Las Ciencias Biológicas se ocupan del estudio de una parte del mundo natural. Por lo tanto comparten su objeto de interés con la Geología y la Física. Sin embargo, la Biología no puede ser reducida a principios físicos ya que la vida tiene características especiales que no se aplican a la física (Mayr 1982). Éstas son: 1. Complejidad de organización; 2. Singularidad química; 3. Calidad emergente (la comunidad natural no puede ser definida solamente por las especies que la componen); 4. Singularidad y variabilidad (los componentes de cada nivel de organización, sean especies en comunidades, individuos en poblaciones, células de un organismo, son entidades únicas y en conjunto confieren variabilidad); 5. Posesión de un programa genético; 6. Naturaleza histórica; 7. Sujeta al proceso de Selección natural; 8. Indeterminación (el curso de eventos futuros no se pueden predecir) (Mayr 1982; Gould 2002).

Los procesos físicos y principios explicativos conocidos accionan sobre los organismos mientras solo un número limitado de ellos actúan sobre los sistemas no vivientes. La biología, entonces, es la ciencia que se ubica en el centro de todas las ciencias. Y es allí, en el terreno donde todos los principios de todas las ciencias se encarnan, donde la ciencia se vuelve verdaderamente unificada (Simpson, 1964).

Por lo tanto, el estudio de la Biología es central en el conocimiento del mundo Natural y solamente el avance en este conocimiento permitirá a la Sociedad comprender su propio lugar en este mundo y beneficiarse de él conservándolo para el futuro.

La Biología, como Ciencia, por su aludida centralidad se encuentran en una posición de sobresaliente compromiso frente a los desafíos del mundo moderno. Por su habilidad de desarrollar conocimiento y tecnologías derivadas de todos los niveles de complejidad de organización y a través de sus múltiples ejes disciplinares es capaz de abordar adecuadamente preguntas y responder a necesidades que hoy preocupan y enfrenta la sociedad. Preocupaciones repetidamente señaladas (Barnosky et al. 2011; Díaz et al. 2006, 2018; Cardinale et al. 2012; Mooney, 2005; Valiente-Banuet et al. 2015) tales como el cambio climático global, la pérdida de la biodiversidad, las invasiones biológicas, la crisis epidemiológicas, los colapsos ecológicos, el uso sustentable de recursos naturales, el desarrollo de nuevas terapias médicas, la ética en la interfases ambiente-sociedad y sociedad-individuo, entre otros, tienen que ver con propiedades inherentes y emergentes del mundo vivo y, por lo tanto, deben ineludiblemente ser abordadas con el más elevado y completo conocimiento en Biología. Por lo tanto, si queremos enfrentar el futuro utilizando el conocimiento en provecho del bienestar de la sociedad en el sentido más amplio, es imperioso fomentar la formación de las nuevas generaciones de Biólogos y que éstos alcancen la mayor capacitación posible en las diferentes áreas que esta Ciencia cultiva. El Doctorado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Córdoba ha probado a través de la actividad de sus graduados ejercida tanto a nivel nacional como internacional que se encuentra a la altura de ese desafío.

3- OBJETIVOS DE LA CARRERA

La Carrera del Doctorado en Ciencias Biológicas tiene dos objetivos principales:

1. Impulsar la investigación científica y el desarrollo de nuevas aproximaciones metodológicas y teóricas en el campo de las Ciencias Biológicas en sentido amplio, contribuyendo de esa manera al fortalecimiento de la Ciencia y Tecnología.
2. Proporcionar al país y a la región, Doctoras y Doctores en Ciencias Biológicas altamente capacitados/as para responder a las necesidades de la sociedad.
3. Dotar a las personas que se gradúan de una formación científica sólida y apropiada, integrando los aspectos científicos, tecnológicos y docentes, a los efectos de que puedan interpretar fenómenos y manejar adecuadamente situaciones; sin olvidar que la ciencia es un escenario de cambios acelerados en donde la generación de nuevos conocimientos es una necesidad imperiosa.

Para cumplimentar estos objetivos, quienes cursan la Carrera realizan su formación de posgrado en dos etapas:

1. La aprobación de un plan de cursos de Posgrado, que incluye tanto cursos comunes a todos los/las estudiantes del Doctorado (cursos obligatorios), como un plan de cursos de especialidad personalizado.
2. La realización de un trabajo de Tesis original que constituya un aporte al progreso del conocimiento científico dentro del área de investigación de las Ciencias Biológicas.

A través de estas actividades se apunta a que los/las estudiantes completen su formación en aspectos generales, aplicables a todo quehacer científico, y en tópicos específicos de su disciplina; asimismo, que obtengan entrenamiento de excelencia en el proceso de generar conocimiento científico original.

El desarrollo de las Tesis Doctorales tiende a promover la formación de profesionales con conocimiento y manejo actualizado de las disciplinas biológicas, capaces de responder a las necesidades de la sociedad y de contribuir al fortalecimiento de la Ciencia y de la Tecnología en el país. Además, el avance del conocimiento científico contribuye a enriquecer y actualizar continuamente la actividad docente universitaria.

4- PERFIL DEL EGRESADO

La persona egresada del Doctorado en Ciencias Biológicas es una o un profesional especializado/a con competencias en:

1. Identificar vacíos y demandas de conocimiento en el área de su especialidad.
2. Diseñar y ejecutar proyectos destinados a responder preguntas y resolver problemas relevantes en el ámbito de la Biología.
3. Planificar, ejecutar y gestionar proyectos de investigación científica en su especialidad.
4. Integrar equipos de investigación multidisciplinarios.
5. Implementar análisis de datos y controles de calidad de datos.
6. Realizar evaluación crítica de resultados.
7. Innovar en aspectos teóricos, tecnológicos y metodológicos.
8. Comunicación del conocimiento científico en foros nacionales e internacionales.

9. Participar en la formación de recursos humanos, tanto en forma personalizada como en docencia de nivel universitario.

5- DESTINATARIOS Y REQUISITOS DE ADMISIÓN

Requisitos de admisión

1. Las personas egresadas con título de Biólogo/a de esta Universidad o título equivalente de otras Universidades Nacionales, Provinciales o privadas, o del extranjero legalmente reconocidas.
2. Las personas egresadas con otros títulos de grado en disciplinas afines a la Biología, expedidos por la Universidad Nacional de Córdoba o por Universidades Nacionales, Provinciales o privadas, o del extranjero legalmente reconocidas, y que además acrediten, a juicio del Consejo Directivo de Doctorado, antecedentes y/o formación suficientes en la especialidad de la Biología que proponen desarrollar en su plan de Tesis.

Otros requisitos

La admisión de las personas postulantes es considerada a la vista de los siguientes antecedentes.

1. Curriculum Vitae de la persona postulante.
2. Copia del título de grado obtenido, debidamente legalizada en la Universidad que lo emitió.
3. Certificado analítico legalizado de materias, en donde figure el promedio final de su Carrera de grado, incluidos los aplazos.
4. Curriculum Vitae de quien o quienes se proponen como Directora o Director.
5. Compromiso de quien o quienes se proponen como Directora o Director aceptando ese rol.
6. Plan de Tesis ([Art. 13](#)) avalado por quien o quienes actúen en la Dirección.
7. Conformidad de la autoridad responsable del lugar de trabajo donde se realizará la actividad.
8. Domicilio Legal y dirección de correo electrónico de la persona aspirante.
9. Toda otra información que la autoridad de la Carrera determine como requisito para la admisión.
10. Estudiantes del extranjero deberán cumplir con lo solicitado y a las normativas vigentes de la UNC.

6- TÍTULO QUE OTORGA:

Doctora o Doctor en Ciencias Biológicas

7- DURACIÓN DE LA CARRERA

El desarrollo de la Carrera Doctoral deberá ser cumplido en no menos de dos (2) y no más de cinco (5) años calendarios.

8- CUERPO ACADÉMICO

El gobierno de la Carrera del Doctorado en Ciencias Biológicas será ejercido por el Director/a de la Carrera y el Consejo Directivo del Doctorado. Quien sea Director/a de la Carrera deberá poseer grado de Doctor/a otorgado por ésta u otra Universidad legalmente reconocida por los organismos correspondientes, ser Docente de la Escuela de Biología de esta Facultad con categoría Profesor Adjunto o superior y acreditar antecedentes en la formación de recursos humanos (como requisito indispensable debe acreditar al menos la dirección de una Tesis Doctoral en Ciencias Biológicas, finalizada).

El Consejo Directivo estará integrado por un Comité Académico de nueve representantes de Docentes e Investigadores/as y una o un representante estudiantil externo al Comité Académico.

9- FINANCIAMIENTO DE LA CARRERA, ARANCELES Y SISTEMA DE BECAS

La Carrera se financiará mediante el cobro a los estudiantes de la matrícula y aranceles de cursos no obligatorios. Los montos de la matrícula de inscripción y aranceles serán propuestos por el Consejo Directivo de la Carrera y resueltos mediante Resolución del Honorable Consejo Directivo de la Facultad. En la medida que el financiamiento de la Carrera lo permita, se asignarán becas a los Docentes de la Universidad Nacional de Córdoba.

10- SEDE

Las clases de los cursos obligatorios y de los cursos de formación específica propios del Doctorado serán impartidas en las instalaciones del Doctorado en la Sede Centro de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEfYN) de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) en los días y horas a convenir. El presente Doctorado dispone de dos aulas una para 10 estudiantes y otra para 30 estudiantes, con comodidades para trabajo áulico (proyector multimedia, conexión a internet, pizarrón y espacio al aire libre). Para grupos más numerosos de estudiantes la Facultad dispone de aulas y anfiteatros de mayor envergadura y similares comodidades. Las tareas de investigación de cada estudiante de Doctorado se realizan en laboratorios de los Docentes e Investigadores que las y los dirigen en los proyectos de Tesis. Estos laboratorios forman parte de la estructura de la Facultad y de cinco Unidades Ejecutoras de CONICET de doble dependencia con sede en la FCEfYN (UNC), en la Facultad de Ciencias Médicas (FCM, UNC), en la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA, UNC), la Academia de Ciencias, en el Instituto de Investigación Médica Mercedes y Martín Ferreyra (IMMF-UNC-CONICET) y en Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) del

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), sede Córdoba (ver detalles en la siguiente nómina).

SEDE ¹	INSTITUTO ²	DIRECCIÓN
ACN	IMBIV	Cdad. de Córdoba, Av. Vélez Sársfield 249
Centro de Zoología Aplicada	IDEA	Cdad. de Córdoba, Rondeau 798 Jardín Zoológico
Estación Biológica Mar Chiquita	IDEA	Miramar, Belgrano esq Alte Brown
FCA	IMBIV	Cdad. de Córdoba, Av. Ing. Agr. Félix A. Marrone 746
FCEfYn, sede Centro	IDEA	Cdad. de Córdoba, Av. Vélez Sársfield 299
FCEfYn, sede Centro	IIByT	Cdad. de Córdoba, Av. Vélez Sársfield 299
FCEfYn, sede Centro	IMBIV	Cdad. de Córdoba, Av. Vélez Sársfield 299
FCEfYn, sede CU	IIByT	Cdad. de Córdoba, Av. Vélez Sársfield 1611, Edificio de IBT
FCEfYn, sede CU	IMBIV	Cdad. de Córdoba, Av. Vélez Sársfield 1611, Edificio de IBT
FCEfYn, sede CU	IIByT	Cdad. de Córdoba, Av. Vélez Sársfield 1611, Edificio Central
FCEfYn, sede CU	IMBIV	Cdad. de Córdoba, Av. Vélez Sársfield 1611, Edificio Central
FCM, Instituto Viroológico	IIByT	Cdad. de Córdoba, Rondeau 798 Jardín Zoológico
IMMF	INIMEC	Cdad. de Córdoba, Friuli 2434
INTA	UEDA	Cdad. de Córdoba, Camino 60 cuadas km 5.5

¹ Siglas de Unidades Académicas y otras instituciones:

ACN: Academia Nacional de Ciencias

FCA: Facultad de Ciencias Agropecuarias

FCEfYn: Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

FCM: Facultad de Ciencias Médicas

IMMF: Instituto Mercedes y Martín Ferreyra

INTA: Instituto de Tecnología Agropecuaria

² Siglas de las Unidades Ejecutoras y su pertenencia:

IDEA: INSTITUTO DE DIVERSIDAD Y ECOLOGÍA ANIMAL (UNC-CONICET)

IIByT: INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS Y TECNOLÓGICAS (UNC-CONICET)

IMBIV: INSTITUTO MULTIDISCIPLINARIO DE BIOLOGÍA VEGETAL (UNC-CONICET)

UEDA: UNIDAD DE ESTUDIOS AGROPECUARIOS (CONICET-INTA)

INIMEC: INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN MÉDICA MERCEDES Y MARTÍN FERREYRA (UNC-CONICET-IMMF)

11- ORGANIZACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS

Cada estudiante de Doctorado desarrolla un Plan de estudios personalizado y semiestructurado, que incluye tanto la aprobación de cursos generales y específicos como la ejecución de un trabajo de Tesis individual. Respecto del Plan de cursos de posgrado, cada estudiante de Doctorado debe:

1. aprobar 3 cursos obligatorios de formación general con calificación no menor a siete (7):
 - a. Estadística Básica
 - b. Epistemología
 - c. Diseño Experimental, Análisis filogenético o Cladística, Biología Celular según área temática (mínimo 40 h cada curso)
2. Aprobar entre dos y cinco Módulos Formativos a través de los cuales se deben reunir un mínimo de veinte créditos (1 crédito equivale a 20 horas) en cursos teórico-prácticos de especialidad.

En el cursado de los Módulos Formativos, cada estudiante de doctorado debe reunir el mínimo de veinte (20) créditos mediante la aprobación de los cursos de formación específica y otras actividades científicas y académicas, que deberán ser aprobados y acreditados antes de la presentación del trabajo de Tesis (Art. 39). Se establece como equivalencia 1 crédito = 20 horas reloj. El tiempo mínimo dedicado a cursos de formación específica es de 240 horas (equivalentes a 12 créditos) que pueden ser repartido entre el número total de dos a cinco Módulos Formativos, según como cada estudiante structure su propio trayecto formativo. La parte restante de los 20 créditos (8 créditos) podrán ser cubiertos con cursos de formación específica adicionales o con otras actividades como pasantías en centros de investigación y publicaciones científicas. Alternativamente, cada estudiante de Doctorado podrá cubrir el mínimo de 20 créditos solamente con cursos de formación específica, en cuyo caso el tiempo total de cursado sería 400 horas reloj.

Como la Carrera responde a una organización semiestructurada, cada estudiante de Doctorado, con el acuerdo de su Director o Directora de Tesis y de su Comisión Asesora, puede escoger los cursos de formación específica a tomar en esta u otras Facultades o Universidades en base a las distintas áreas de especialización que desarrolle. El presente Doctorado en Ciencias Biológicas ofrece anualmente, además de los cursos obligatorios, conjunto de cursos electivos que se dictan en su misma sede y abarcan una gran amplitud disciplinar (ver Anexos). La parte de los créditos que pueden cubrirse mediante otras actividades científico-académicas incluye publicaciones en revistas con arbitraje y pasantías en Centros de Investigación. Los cursos obligatorios no otorgan créditos, son organizados por el Doctorado y deben ser tomados cada estudiante de Doctorado preferentemente dentro de los primeros 18 meses de su admisión a la Carrera. Asimismo, cada estudiante de Doctorado debe demostrar conocimientos de idioma Inglés mediante la certificación correspondiente, a presentarse dentro de los 24 meses de su

admisión. Cada estudiante de Doctorado debe reunirse anualmente con su Comisión Asesora a fin de someter a consideración el correspondiente Módulo Formativo presentando la labor científica desarrollada (avance del Trabajo de Tesis), los cursos específicos aprobados, las publicaciones o pasantías que haya realizado relacionadas con su trabajo de Tesis. La Comisión Asesora guía a el o la estudiante de Doctorado en todo lo relacionado con su labor científica y evalúa sus actuaciones académicas. A continuación, la evaluación del Módulo Formativo es sometida a una segunda instancia de consideración por el Comité Académico, que refrenda tanto la aprobación o no del Módulo Formativo como los créditos otorgados por la respectiva Comisión Asesora. Finalmente se notifica a cada estudiante de Doctorado los créditos que ha recibido.

La Comisión Asesora ejerce sus funciones hasta que cada estudiante de Doctorado cumpla (dentro de los plazos reglamentarios, no menos de dos y no más de cinco años calendarios) con todas las actividades obligatorias, los créditos exigibles y presenta un informe que evidencia que el trabajo de investigación ha concluido, en cuyo caso la Comisión presta consentimiento para la redacción del manuscrito de Tesis. Finalmente se presenta el trabajo de Tesis y se solicita la constitución del Tribunal Evaluador.

Criterios en los que se basó la elección de esta forma de organización.

Los criterios de esta forma de organización obedecen básicamente a que las actividades que realiza cada estudiante de Doctorado y que culmina con la elaboración de una Tesis, se define en forma diferente y particular en cada caso. El presente programa considera que existen áreas de conocimiento comunes a cualquier tema de Tesis (que se abordan en cursos obligatorios que no dan puntaje para créditos) que deben ser tomados por cada estudiante de Doctorado, al igual que otras actividades (como suficiencia en Inglés). El programa de cursos específicos de cada estudiante de Doctorado se decide durante el desarrollo de la Tesis de común acuerdo en la Comisión Asesora. Por otro lado, se asignan créditos por actividades científicas (pasantías y publicaciones con una valoración en créditos según criterios publicados en el sitio web de la Carrera) ya que se pretende estimular estas actividades formativas. Para ampliar la oferta de cursos, se trata de estimular a que los Docentes ofrezcan cursos de manera regular. La Carrera se encarga de la organización de cursos y se beca a los estudiantes mediante tasas de inscripción reducidas.

Tabla 1 - Detalle de los espacios curriculares de la Carrera, con su carga horaria y modalidad

Actividades curriculares

AÑO	ACTIVIDAD CURRICULAR	HORAS PRÁCTICAS	HORAS TEÓRICAS	TOTAL HORAS	CRÉDITOS ³
I	Curso obligatorio de Epistemología	30	10	40	0
	Curso obligatorio de Estadística Básica	20	20	40	0
	Curso obligatorio de formación general: Biología Celular, Diseño Experimental o Análisis Filogenético o Cladística.	20	20	40	0
	MÓDULO I (inicial de formación general)			mínimo ⁴ 240	mínimo ⁵ 20
II	MÓDULO II (de avance en formación específica)				
III	MÓDULO III (de avance en formación específica)				
IV	MÓDULO IV (final en formación específica)				
V	MÓDULO V (final en formación específica)				
TESIS					
TOTAL				mínimo 400	mínimo 20

³ Cada 20 horas de cursos de formación específica valen un (1) crédito. Si no se cubriera el mínimo de 20 créditos con cursos de formación específica, los créditos faltantes podrán ser cubiertos con actividades adicionales como pasantías en centros de investigación y publicaciones científicas. Por más detalles ver el texto ([Arts. 27 a 29](#)).

⁴ Son horas mínimas de cursos de formación específica (equivalentes a 12 créditos) repartidas entre el número total de módulos según como cada estudiante estructure su trayecto formativo.

⁵ Estos créditos pueden cubrirse solamente con cursos de formación específica o complementando el mínimo dedicado a éstos con otras actividades académicas. Por más detalles ver el texto ([Arts. 27 a 29](#)).

Condiciones de permanencia y graduación

Se considera estudiante regular de la Carrera a quien haya:

1. Aprobado el Módulo Formativo correspondiente al año de cursado. Ello garantiza a través de la opinión de la Comisión Asesora y del Comité Académico el rendimiento científico y académico de la o el estudiante.
2. Aprobado los cursos obligatorios dentro de los primeros 18 meses de su admisión a la Carrera, sujeto a la disponibilidad de cursado.
3. Aprobado, dentro de los 24 meses de su admisión, sus conocimientos de Idioma Inglés mediante la presentación de la certificación correspondiente o la aprobación del examen que, para tal fin, se toma dos veces al año en esta Facultad.

Los alumnos reciben recordatorios automáticos y personalizados para las reuniones de comisión y los cursos obligatorios. Estudiantes de Doctorado que no cumplieran con los requerimientos mencionados son dados de baja de la Carrera y se archivan sus actuaciones. Es posible solicitar readmisión, en forma excepcional y por única vez, a partir del año académico inmediato posterior al de su baja.

Modalidades de evaluación.

Cada solicitud de inscripción a la Carrera presentada se somete a un riguroso proceso de evaluación, primero por parte del Consejo de Doctorado y luego por especialistas (Ver Arts. [12 a 16](#) del Reglamento). En el transcurso de la Carrera, los Módulos Formativos desarrollados por la o el estudiante de Doctorado son evaluados anualmente por la Comisión Asesora ([Art. 24](#)). Ello permite la orientación de cada estudiante de Doctorado en cuestiones científicas propias de su trabajo, el asesoramiento en lo referido a cursos recomendables para completar su formación académica y, en la etapa final, acordar el iniciar la redacción del manuscrito de Tesis. La primera reunión de Comisión Asesora es siempre simultánea con todos los miembros (presencial o virtual), las siguientes requieren presencia de al menos dos miembros incluyendo al Director. Antes de cada reunión, cada estudiante de Doctorado debe remitir a cada miembro de su Comisión un informe escrito consignando:

1. los avances realizados y dificultades encontradas en su labor científica
2. las constancias de los cursos de formación específica aprobados
3. las publicaciones y pasantías

Sobre la base de una exposición y del informe presentado el Módulo Formativo puede ser aceptado o rechazado por los miembros de la Comisión. Cada estudiante de Doctorado que tenga dos informes rechazados podrá ser excluido de la Carrera. Tanto el plan de Tesis original como el título de la misma pueden modificarse con el aval de la Comisión. Estos cambios deberán constar en las Actas elaboradas por la Comisión en cada reunión. Finalmente, el Consejo de Doctorado evalúa las actuaciones académicas de cada estudiante de Doctorado refrendando o corrigiendo la aprobación o no del Módulo Formativo y los créditos sugeridos por la Comisión Asesora. De esa manera se procura velar por la excelencia y dar uniformidad a los criterios utilizados

12- Propuesta de Seguimiento Curricular

Metodología de orientación y supervisión de los alumnos.

Cada estudiante de Doctorado cuenta a lo largo de su Carrera con la supervisión de una o dos personas responsables de la dirección de la Tesis. Además, anualmente se reúne con los restantes miembros de la Comisión Asesora (CA) a los que previamente les envió un informe escrito con todos los avances y las dificultades encontradas durante ese año. Esta instancia es muy rica desde el punto de vista de la formación de cada estudiante de Doctorado ya que permite el abordaje del tema de Tesis desde distintas ópticas, recibir sugerencias e interactuar con los integrantes de la CA en forma directa. Además, en la reunión se discute sobre el desarrollo de cada objetivo, la metodología, el planteo de las hipótesis de la Tesis, los cursos de posgrado, pasantías, etc. más adecuados para completar la formación de cada estudiante y la importancia de publicar los resultados en revistas científicas, entre otros aspectos. Por la importancia que se asigna a la interacción directa, para efectuar la primera de dichas reuniones, el Doctorado financia los gastos de traslado y viáticos de los miembros externos desde distintos puntos del país hacia la ciudad de Córdoba o facilita la realización de la reunión virtual. El Doctorado, además, pone a su servicio su auditorio equipado con sistema de multimedia (equipo de videoconferencia, computadora y cañón) que permite la exposición oral de los informes de avances. Se considera que a partir del segundo año la comunicación con el miembro externo puede hacerse a distancia (correo electrónico o de manera virtual), siempre con el aval de la reunión presencial con los miembros locales.

Los miembros de Comisiones Asesoras deben reunir los mismos requisitos que para ser Director de Tesis; uno de ellos debe tener lugar de trabajo en esta Facultad y al menos uno de ellos es externo a la Facultad y preferentemente, a esta Universidad.

No se establecen actividades prácticas, excepto las inherentes a los cursos, pasantías, o las propias del desarrollo de la Tesis de cada estudiante de Doctorado.

Oferta del plan de estudios.

La orientación y supervisión del trabajo de Tesis son atributos de quienes son responsables de la dirección de la Tesis y de la Comisión Asesora ([Arts. 30 a 34](#) del reglamento). El Plan de Tesis deberá contener, como mínimo, la siguiente información:

1. Título, Antecedentes existentes, incluyendo las referencias bibliográficas pertinentes
2. Plan de Trabajo (Hipótesis, Objetivos, Materiales y Métodos)
3. Naturaleza del aporte original proyectado
4. Lugar de trabajo y factibilidad de realización del Plan propuesto
5. Estimación del tiempo necesario para su desarrollo y cronograma tentativo de actividades.

En la práctica el trabajo de Tesis se desarrolla paralelamente a las actividades de formación y bajo la continua orientación de quienes dirigen la Tesis. Una vez que la o el estudiante de Doctorado ha concluido el trabajo de investigación y demás instancias reglamentarias, la Comisión Asesora aconseja la redacción del manuscrito final de Tesis y aprueba el último Módulo Formativo.

Evaluación final integradora

Modalidad existente para culminar la formación de posgrado:

Para acceder al título de Doctor/a, la persona aspirante deberá realizar un trabajo de investigación dentro del área de las Ciencias Biológicas, que constituya un aporte significativo al progreso del conocimiento científico de la especialidad. Dicho trabajo de investigación deberá ser una propuesta original, sobre la base de una rigurosa metodología científica y realizada bajo la tutela de un Director/a de Tesis. El producto final se plasmará en una Tesis que deberá ser aprobada por un Tribunal designado a tales efectos.

Presentación y evaluación de la Tesis

Con el acuerdo de la CA, se presentará el trabajo de Tesis que será juzgado por un Tribunal designado por el Doctorado. El Jurado de Tesis estará formado por tres miembros, siempre al menos uno de ellos debe ser externo a la Institución; pueden haber pertenecido a la Comisión Asesora (exceptuando quienes hayan actuado en la dirección de la Tesis) y deben cumplir con los requisitos exigidos a quienes actuaron en la dirección de la Tesis. La propuesta de miembros del Tribunal realizada por el Comité Académico del Consejo de Doctorado es elevada por la

Directora o el Director de la Carrera al Honorable Consejo Directivo, quien refrenda su nombramiento. El Jurado evaluará:

1. El Trabajo de Tesis, emitiendo sus dictámenes por escrito y en forma individual al Director de la Carrera.
2. La Defensa Oral y Pública de la Tesis.

De este modo, la evaluación tiene dos instancias, escrita (no presencial) y oral (presencial). En la evaluación del escrito, cada integrante del Jurado determina si éste es rechazado, aprobado o se requieren correcciones; en el último caso, el manuscrito se remite a la o el estudiante de Doctorado para que realice las correcciones y presente un nuevo manuscrito, el cual se somete a una nueva evaluación. Una vez aprobado el escrito, los miembros del Jurado acuerdan la fecha de defensa oral. Los [Artículos 39 al 43](#) del reglamento vigente fijan detalladamente las pautas para la presentación escrita y defensa de la Tesis. La defensa se realizará en presencia de al menos dos de los miembros titulares del Tribunal. En la defensa oral cada estudiante de Doctorado expone su trabajo y contesta las preguntas, luego el Tribunal asigna la calificación final y finalmente firman un Acta *ad hoc*, que es refrendada por el Secretario Académico.

Las características que deben tener los manuscritos de Tesis Doctoral se publican detalladamente en el sitio web del Doctorado. Los ejemplares deberán estar impresos en papel A4, en idioma castellano o portugués (con excepción fundada en inglés) con todas sus hojas numeradas en forma consecutiva, e incluirán un resumen de no más de doscientas (200) palabras en castellano y otro en idioma inglés. Todos los ejemplares deberán estar firmados por la o el estudiante de Doctorado y quien o quienes actuaron en la dirección de la Tesis.

El plazo máximo para la realización de la Tesis comienza con la admisión y es independiente de la finalización de las actividades curriculares. Cada estudiante de Doctorado puede solicitar una prórroga de un año para la presentación del manuscrito de Tesis y, en casos justificados, un año más.

Otra información.

El recorrido curricular informado incluye solo los cursos tomados en el presente Doctorado. Otros cursos tomados por estudiantes de Doctorado podrán ser admitidos para la asignación de créditos por el Comité Académico del Consejo de Doctorado.

El Doctorado publica en su sitio web definiciones sobre las características que deben tener los manuscritos de Tesis Doctoral. Los ejemplares deberán estar impresos en papel A4, en idioma castellano o portugués, con todas sus hojas numeradas en forma consecutiva, e incluirán un resumen de no más de doscientas (200) palabras en castellano y otro en idioma inglés. Excepcionalmente y en casos fundados se admitirá que la Tesis se escriba en inglés. Todos los ejemplares deberán estar firmados por la Doctoranda o el Doctorando y su quienes actúan en la Dirección.

El plazo para la realización de la Tesis comienza con la admisión y culmina cuando completan todas las actividades curriculares. El tiempo mínimo de cursado son dos años y el máximo cinco. Cada estudiante de Doctorado puede solicitar una prórroga de un año para la presentación del manuscrito de Tesis y, en casos fundados, un año más. También se contemplan licencias por razones particulares por un año más.

13. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Barnosky, A. D., N. Matzke, S. Tomiya, G. O. U. Wogan, B. Swartz, T. B. Quental, C. Marshall, J. L. McGuire, E. L. Lindsey, K. C. Maguire, B. Mersey, y E. A. Ferrer. 2011. «Has the Earth's Sixth Mass Extinction Already Arrived?» *Nature* 471(7336):51-57.
- Cardinale, B. J., J. E. Duffy, A. Gonzalez, D. U. Hooper, C. Perrings, . Venail, A. Narwani, G. M. Mace, D. Tilman, D. A. Wardle, A. P. Kinzig, G. C. Daily, M. Loreau, J. B. Grace, A. Larigauderie, D. S. Srivastava, y S.d Naeem. 2012. «Biodiversity Loss and Its Impact on Humanity». *Nature* 486(7401):59-67. doi: 10.1038/nature11148.
- Díaz, S., J. Fargione, F. S. Chapin III, y . Tilman. 2006. «Biodiversity loss threatens human well-being». *PLoS Biol* 4(8):e277.
- Díaz, S., Unai Pascual, M. Stenseke, B. Martín-López, R. T. Watson, Z. Molnár, R. Hill, Kai MA Chan, I. A. Baste, y K. A. Brauman. 2018. «Assessing nature's contributions to people». *Science* 359(6373):270–272.
- Gould, Stephen Jay. 2002. *The Structure of Evolutionary Theory*. Harvard University Press.
- Mayr, Ernst. 1982. *The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution, and Inheritance*. Harvard University Press.
- Mooney, Harold A. 2005. *Invasive Alien Species: A New Synthesis*. Island Press.
- Simpson, G. G. 1964. *This view of life: The world of an evolutionist*. Houghton Mifflin Harcourt P.
- Valiente-Banuet, A., M. A. Aizen, J. M. Alcántara, J. Arroyo, A. Cocucci, M. Galetti, M. B. García, D. García, J. M. Gómez, P. Jordano, R. Medel, L. Navarro, J. R. Obeso, R. Oviedo, N. Ramírez, P. J. Rey, A. Traveset, M. Verdú, y R. Zamora. 2015. «Beyond Species Loss: The Extinction of Ecological Interactions in a Changing World». *Functional Ecology* 29(3):299-307.

ANEXO I: CURSOS OBLIGATORIOS

EPISTEMOLOGÍA

FUNDAMENTACIÓN

La Filosofía de la Biología es un área del conocimiento de muy reciente origen. Sin embargo, desde su aparición formal durante la década de 1960, ha tenido diferentes tipos de objetivos. Uno de ellos consiste en el análisis de cuestiones relativas al vínculo entre el saber biológico y la sociedad. Esta tarea de la Filosofía de la Biología se encuentra vinculada a la consolidación de la Biología como un área tecnocientífica de gran injerencia en diversos campos de investigación y desarrollo tales como las Neurociencias, la Biomedicina, el Agro y las Ciencias Ambientales, entre otras. De tal manera, en las últimas décadas, esta área de conocimiento sumó a sus objetivos originales la reflexión sobre problemáticas que involucran aspectos de la Biología relacionados con la salud, el ambiente y la tecnología. Algunos de los ejemplos de estas problemáticas son: la edición del genoma humano, la “genetización” de ciertas enfermedades, la pérdida global de biodiversidad, la desertificación de suelos, la deforestación, la fragmentación de hábitat o contaminación por pesticidas y fertilizantes, entre otros.

Dada una problemática social y/o ambiental determinada, las ciencias configuran una manera particular de abordarla, ofreciendo formas de interpretación, análisis e intervención que dependen, entre otras cosas, de las relaciones establecidas entre las disciplinas y subdisciplinas que entran en juego. Ciertamente, qué áreas del conocimiento son convocadas modificará, por un lado, el modo en que determinada problemática es construida e investigada y, por otro lado, los tipos de soluciones que se propongan. En el caso particular de las problemáticas sociales y/o ambientales que convocan a la Biología, aparece como una necesidad para el análisis filosófico el reconocer y analizar cuáles son las subdisciplinas de la Biología que intervienen, qué tipo relación se establecen entre ellas y, finalmente, si tales relaciones configuran una matriz de análisis, interpretación e intervención de tales problemáticas adecuada o deseable.

Es importante y necesario destacar que el curso trasciende el mero objetivo de presentar los tópicos principales de la Filosofía de la Biología. Así, dado que se encuentra dirigido a estudiantes de posgrado en ciencias de la vida, se espera que, luego de ser transitado, las reflexiones y herramientas adquiridas repercutan en el uso de esta área en la propia indagación científica. De esta manera, se busca contribuir en la reflexión y evaluación crítica realizada por los propios estudiantes de posgrado en tanto investigadores asociados a las ciencias de la vida. Considerando que la Filosofía de la Biología y los aspectos particulares de la misma que se abordarán en el curso resultan de interés para los estudiantes de grado y posgrado, y que en general este conocimiento no es abordado en los cursos de la carrera de Ciencias Biológicas, es que proponemos el presente curso.

OBJETIVOS

Los objetivos generales del curso son:

1. Presentar aspectos generales de la Filosofía de la Biología.

2. Presentar la relevancia de la Filosofía de la Biología en la reflexión sobre los vínculos entre Biología y ciertas problemáticas sociales y/o ambientales.
3. Brindar herramientas de la Filosofía de la Biología que contribuyan a reflexionar sobre los modos en los que la práctica biológica se vincula con problemáticas sociales y/o ambientales.
4. Estimular la reflexión crítica en las propias prácticas científicas y discursos de las respectivas áreas de investigación de quienes participan del curso.

Unidad 1: Una Introducción A La Filosofía De La Biología

Contenidos mínimos:

1. Caracterización general de la ciencia.
2. Reseña histórica y actualidad de la Filosofía de la Biología.
3. Vínculos entre la Filosofía de la Biología y las problemáticas sociales y/o ambientales.

Teórica 1.1

Reseña histórica y actualidad de la Filosofía de la Biología.

Teórica 1.2

La biología evolutiva como objeto de estudio de la Filosofía (Docente invitado: Luis Salvatico).

Actividad 1.1

En grupos discutan qué es para ustedes la ciencia, cómo la caracterizarían, cuáles son sus objetivos, metodologías, etc. Puesta en común y discusión general.

Caracterización general de la Ciencia. Breve historia, conceptos y categorías que serán utilizadas a lo largo del curso.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Arteaga-Villamil, Xóchitl et. al.2015. Hacia una agenda social de la Filosofía de la Biología. Revista Colombiana de Filosofía de la Biología, 15 (30): 11-12.

Griffiths, P. 2017. "Philosophy of Biology" enThe Stanford Encyclopedia of Philosophy(Spring 2017 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/spr2017/entries/biology-philosophy/>>.

Fehr, C y Plaisance, K. 2010. Socially relevant philosophy of science: and introduction.Synthese, 177: 301-316.

Pigliucci, M. 2008. The borderlands between science and philosophy: an introduction.The Quarterly Review of Biology, 83:7–15.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Hull, David. 1974.Philosophy of Biological Science. Prentice-Hall.

Hull, David y Ruse, Michael. 2007.The Cambridge Companion to the Philosophy of Biology. Cambridge University Press.

Michael, Ruse. 1988.The Philosophy of Biology Today. Suny Press.

Unidad 2: Ciencia, Tecnología Y Sociedad

Contenidos mínimos:

1. Conceptualizaciones de ciencia, tecnología y tecnociencia.
2. Historia reciente de las transformaciones en las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad.
3. Racionalidad logocéntrica y pragmático-utilitaria de la actividad científica: continuidades y rupturas.

Actividad 2.1

Se analizarán dos documentos históricos que marcan el inicio de una nueva modalidad de ciencia: la tecnociencia (carta del Presidente Roosevelt a Vannevar Bush de 1944 e índice del informe elaborado por Bush de 1945). Tomando en cuenta ambos documentos, reflexione y responda las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles son las dimensiones que estructuran y definen esta nueva modalidad de ciencia? ¿Qué aspectos novedosos se incorporan en esta forma de pensar y hacer ciencia con respecto a la definición de ciencia elaborada por ustedes en la clase anterior?
2. ¿Cómo caracterizarían a la relación entre ciencia y tecnología? ¿Y entre ciencia-tecnología-sociedad?
3. Si piensan sus propios temas de investigación, ¿aparecen estas vinculaciones? ¿Porqué? ¿Cómo?

ESTADÍSTICA BÁSICA

TEMARIO A DESARROLLAR (RESUMEN)

Conceptos básicos de estadística descriptiva e inferencial. Introducción a la modelación estadística (modelos de regresión).

OBJETIVOS PRINCIPALES

1. Introducir los conceptos fundamentales asociados a la estadística descriptiva e inferencial.
2. Brindar las nociones necesarias para resolver problemas específicos de diferentes áreas de las Ciencias Biológicas que requieran el uso de métodos estadísticos, entendiendo los alcances y las limitaciones de los mismos.
3. Desarrollar habilidades para analizar datos con soporte computacional.
4. Proveer espacios de discusión en relación a la pertinencia de las metodologías utilizadas en distintos problemas del área de estudio.
5. Estimular el pensamiento crítico tanto en la lectura, como en la interpretación y evaluación de publicaciones científicas.

METODOLOGÍA

En este curso se brindarán herramientas para la toma de decisiones. Es por esto que se centrará especialmente en la comprensión de los conceptos y en la interpretación de resultados.

Las clases serán teórico-prácticas. En cada una de ellas se expondrán los temas y conceptos propuestos, teniendo presente la necesidad que conlleva a estudiar cada uno de dichos temas. Se planteará la resolución de problemas concretos con la finalidad de “interpretar” cada uno de los conceptos, produciendo de esta manera, una retroalimentación constante entre teoría y práctica.

Se trabajará con el software estadístico InfoStat licencia estudiantil (Di Rienzo et al., 2014) y se brindará una introducción para trabajar con el software (R Core Team, 2018).

CONTENIDOS MÍNIMOS

Conceptos básicos de Estadística y Biometría. Estadística descriptiva. Probabilidad. Variable aleatoria. Introducción a las distribuciones de probabilidad Binomial y Poisson. La distribución de probabilidad Normal. Estimación y prueba de hipótesis. Introducción a los modelos lineales. Análisis de regresión lineal.

PROGRAMA

Unidad 1. Introducción y conceptos básicos

Conceptos básicos de Estadística y Biometría. Funciones de la estadística. Estadística descriptiva. Estadística inferencial. El lugar de la estadística en el proceso de la investigación. Población. Individuos. Muestra. Tipos de datos. Variables cualitativas y cuantitativas. Nivel de medición: nominal, ordinal, de intervalo y de razones.

Unidad 2. Estadística descriptiva. Organización, presentación y resumen de datos

Tablas de distribución de frecuencias. Gráficos.

Medidas de tendencia central y de posición: media, mediana, moda y cuartiles. Medidas de dispersión: recorrido, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación.

Tablas y gráficos para datos bivariados. Medidas de asociación entre variables.

Casos de aplicación: resolución de problemas estadísticos aplicados a las ciencias biológicas.

Unidad 3. Probabilidad

Estadística inductiva (inferencial). Experimento aleatorio. Espacio muestral. Eventos. Definiciones de probabilidad. Propiedades de la probabilidad. Regla aditiva. Regla multiplicativa. Probabilidad condicional. Independencia de sucesos. Teorema de Bayes. Casos de aplicación: La probabilidad en estudios médicos (falsos positivos y falsos negativos).

Unidad 4. Variable aleatoria y distribuciones de probabilidad

Variable aleatoria. Distribuciones de probabilidad de variables aleatorias discretas y continuas. Esperanza y varianza de una variable aleatoria. Distribuciones discretas: binomial y Poisson. Distribuciones continuas: normal y normal estandarizada. Otras distribuciones teóricas: chi-cuadrado, t-student y F de Snedecor.

Casos de aplicación: Modelos de probabilidad para datos biológicos (conteos y datos continuos).

Unidad 5. Muestreo y estimación

Estimación. Estimación puntual. Propiedades de los estadísticos.

Distribuciones en el muestreo de estadísticos. Distribución de la media muestral.

Teorema central del límite. Distribución en el muestreo de los estadísticos muestrales: proporción, varianza, diferencia de medias y cociente de varianzas.

Estimación por intervalos de confianza. Tamaño de muestra. Intervalos de confianza para la media, la varianza, la proporción, el cociente de dos varianzas, la diferencia de medias.

Casos de aplicación.

Unidad 6. Prueba de hipótesis

Prueba de hipótesis. Tipos de errores. Nivel de significación. Potencia. Región crítica. Valor p. Prueba de hipótesis respecto a la media, a la varianza y a la proporción. Comparación de dos medias, dos varianzas y dos proporciones en muestras independientes. Comparación de medias en muestras pareadas.

Casos de aplicación.

Unidad 7. Modelación estadística: Introducción a los modelos lineales

Análisis de regresión simple. Determinación de la ecuación de regresión. Estimación de parámetros. Predicción. Inferencias. Supuestos. Verificación. Análisis de residuos. Modelo general de regresión. Análisis de regresión múltiple. Procesos de selección de variables. Validación del modelo de regresión múltiple.

Multicolinealidad. Incorporación de variables ficticias. Introducción a los modelos lineales generalizados. Visión global de los modelos estadísticos, a partir de la generalización de modelos lineales para cualquiera sea la distribución de la variable

de respuesta. Conceptos generales de los modelos lineales generalizados. Componentes. Funciones de enlace. Procesos de Estimación. Casos de aplicación a fenómenos biológicos.

Unidad 8. Introducción al análisis multivariado

Conceptos generales. Datos multivariados. Ejemplos. Visualización de observaciones multivariadas. Medidas de distancia y asociación. Métricas y ponderaciones. Análisis de variables cuantitativas, cualitativas y mixtas. Reducción de dimensionalidad, clasificación y agrupamiento. Casos de aplicación.

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

- Balzarini, M. G.; González, L.; Tablada, M.; Casanoves, F.; Di Rienzo, J. A., Robledo, C.W. (2008). Infostat. Manual del Usuario. Editorial Brujas, Córdoba, Argentina.
- Balzarini, M.; Di Rienzo, J.; Tablada, M.; Gonzalez, L.; Bruno, C., Córdoba. M.; Robledo, W.; Casanoves, F. (2011). Estadística y Biometría. Ilustraciones del uso de Infostat en problemas de agronomía. Editorial Brujas.
- Canavos, G. (1998). Probabilidad y Estadística. Teoría y aplicaciones. Mc Graw Hill. Interamericana de México.
- Devore, J. (2013). Probabilidad y Estadística. Para ingeniería y ciencias. Octava Edición. Cengage Learning.
- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; González, L.; Tablada, E.; Díaz, P.; Robledo, C.; Balzarini, M. (2008). Estadística para las Ciencias Agropecuarias. UNC. 7° Edición.
- Draper, N; Smith H. (1998). Applied Regression Analysis. Third Edition. J.Wiley & Sons, Inc. NY, 705pp.
- Faraway, J. (2002). Practical Regression and Anova Using R. <http://csyue.nccu.edu.tw/Practical%20Regression%20and%20Anova%20using%20R.pdf>
- Huff, Darrell. (1965). ¿Cómo mentir con Estadísticas? Gráficas Sagitario. Barcelona. 158 páginas.
- Johnson, R; Wichern, D. (1998). "Applied Multivariate Statistical Analysis". 4° Edición. Prentice Hall.
- Kelmansky, D. (2009). Estadística para Todos. Estrategias de pensamiento y herramientas para la solución de problemas. Ministerio de Educación.
- Mendenhall, W.; Beaver, R.; Beaver, B. (2010). Introducción a la probabilidad y estadística. 13A Edición. Cengage Learning.
- Milton, J. S. (2007). Estadística para Biología y Ciencias de la Salud. Tercera Edición Ampliada. McGraw-Hill/Interamericana de España.
- Montgomery, D. (2013). Design and Analysis of Experiments. Eighth Edition. John Wiley & Sons.
- Montgomery, D.; Runger, G. (1998). Probabilidad y Estadística: aplicada a la ingeniería. Mc GrawHill.
- Montgomery, D.; Runger, G. (2003). Applied Statistics and Probability for Engineers. Third Edition. Ed. John Wiley & Sons.
- Montgomery, D.; Peck, E.; Vinning, G. (2007). Introducción al análisis de regresión lineal. Grupo Editorial Patria.

- Quinn, G.; Keough, M. (2002). *Experimental Design and Data Analysis for Biologists*. Cambridge. University Press.
- Searle, S. R. (1971). *Linear Models*. John Wiley & Sons.
- Secretaría de políticas, regulación e institutos. Dirección de estadística e información de salud (2012). *Estadísticas Vitales. Información Básica año 2011. Serie 5. Número 55*.
- Spiegel, M.; Stephen, L. (2009). *Estadística. Cuarta Edición*. México: Mc Graw Hill. Serie Schaum.
- Sokal, R.; Rohlf, F. (2009). *Introduction to Biostatistics*. New York: Dover Publication INC.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Asociación Civil: "Luchemos por la vida". Sitio: <http://www.luchemos.org.ar/es/estadisticas> Biblioteca virtual de salud. Indicadores Básicos de Salud. <http://www.bvs.org.ar/indicador.htm>
- Cumming, G. (2007). "Inference by eye: Pictures of Confidence Intervals and Thinking About Levels of Confidence". *Teaching Statistics*. 29(3): 89-93.
- Cumming, G.; Fidler, F.; Vaux, D. (2007). "Errors Bar in Experimental Biology". *The Journal of Cell Biology*. 177(1):7-11.
- Dodge, Y. (2008). *The Concise Encyclopedia of Statistics*. Springer.
- Encuesta Nacional de Nutrición y Salud Dirección Nacional de Salud Materno Infantil. <http://msal.gov.ar/html/Site/ennys/site/default.asp>.
- Globocan. (2012). *Fast Stat. Most Frequent Cancer*. <http://www-dep.iarc.fr/>
- Instituto Nacional del Cáncer en Argentina (2014). <http://www.msal.gov.ar/inc/index.php/acercadel-cancer/estadisticas>
- Lison, L. (1976). *Estadística Aplicada a las Ciencias Biológicas*. Buenos Aires. EUDEBA.
- McDonald, J. (2014). *Handbook of Biological Statistics*. Sparky House Publishing.
- McPearson, S.; (2014). "Unders and Overs: Using a Dice game to illustrate Basic Probability Concepts". *Teaching Statistics*. Vol 37. pp.18-22.
- Ministerio de salud (2011). Dirección de Sida y ETS. *Boletín Sobre VIH en Argentina. Año XIV-Nº28*.
- Moreno Echavarría, R. B. (2012). *Propuesta Didáctica para la Enseñanza de la Estadística en los Modelos de Regresión Lineal Simple Bajo un Enfoque Constructivista*. Universidad Nacional de Colombia.
- Sáez-Castillo, A. J. (2010). *Métodos Estadísticos con R y R Commander*. Universidad de Jaén.
- Smith, T.M.; Smith, R. L. (2007). *Ecología. Sexta Edición*. Pearson Educación.
- Stanton, J. (2013). *Introduction to Data Science*. Syracuse University.
- Universidad de Málaga (2009). *Bioestadística: Métodos y Aplicaciones. Curso de Post- Grado en Medicina*.

SOFTWARE

- Di Rienzo J. A., Casanoves F., Balzarini M. G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C. W. *InfoStat versión estudiantil 2018*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

R Core Team (2018). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2018. ISBN 3-900051-07-0.

MODALIDAD

Es un curso presencial de 40 horas dictadas en una semana (8 horas diarias divididas en bloques teóricos y prácticos).

EVALUACIÓN

Para aprobar este curso, se deberá cumplir con los requisitos de asistencia y aprobar un trabajo domiciliario con una nota mayor o igual a 7 (siete).

BIOLOGÍA CELULAR

FUNDAMENTACIÓN

La Biología Celular es una disciplina que se encarga del estudio de las propiedades, estructura y funciones de las células, que son las unidades mínimas de la vida como postula la teoría celular. Se nutre de conocimientos de química, física, bioquímica, biología molecular y genética. Se ocupa de todos los procesos que ocurren en todos los compartimientos intracelulares y orgánulos. Además, estudia las interacciones de las células con su ambiente, con otras células y con la matriz extracelular en la organización de tejidos y órganos.

El objetivo principal del cursado es que el alumno adquiera conceptos fundamentales y conocimientos precisos de la Biología Celular moderna con especial énfasis en la relación mecanística entre aspectos estructurales y bioquímicos con eventos morfo-dinámicos subyacentes a fenómenos fisiológicos y patológicos. Cada clase tendrá una introducción breve y un desarrollo del estado del arte y principales interrogantes en cada campo.

El curso ofrece conceptos de vanguardia e invita al pensamiento crítico en Biología Celular que servirán de herramientas para aplicar en los proyectos de Tesis Doctorales y para la formación general de posgrado del alumnado.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Alberts B., Johnson A., Lewis J., Raff M., Roberts K., Walter P 2008 "Molecular Biology of the Cell" .; Garland Publ.Inc., New York, USA; 5th Ed.,.
- Alberts B., Hopkin L., Raff R, Walter P.- "Introducción a la Biología Celular". 2006, Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires, Argentina, 2a Ed..
- Lodish H., Berk A., Matsudaira P., Kaiser C.A., Krieger M., Scott M.P., Zipursky S.L., Darnell J.- 2005. "Biología Celular y Molecular". Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires, Argentina. 5a Ed.,

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Artículos científicos provistos al momento de la inscripción para traer leídos al curso.

MODALIDAD

El Curso Avanzado de Biología Celular y Molecular se desarrollará bajo la modalidad presencial, con asistencia obligatoria a las clases teóricas y actividades prácticas que incluyen resolución de problemas y discusión de trabajos científicos.

EVALUACIÓN

-Asistencia al 90% de las clases dictadas.

-Aprobar con el 70% de respuestas correctas una evaluación (tipo opción múltiple) el último día de clases (17 correctas de 25 preguntas para aprobar).

-Presentar una monografía de no más de dos carillas de un tema elegido de la actividad "la biología celular está en todos lados". Fecha límite para la entrega: 15 días después de culminado el curso.

DISEÑO EXPERIMENTAL

CONTENIDOS MÍNIMOS

1. Fundamentos de la metodología de investigación y de las escuelas estadísticas.
2. Principales grupos de herramientas estadísticas.
3. Criterios de validación para las distintas etapas del trabajo de investigación.
4. Inferencia estadística y significado biológico de los resultados.
5. Análisis personalizado del diseño experimental propuesto para los proyectos de investigación de los alumnos de posgrado.

OBJETIVOS

Al término del curso, el alumno de posgrado podrá:

1. Comprender los fundamentos de la metodología de investigación y de las escuelas estadísticas.
2. Evaluar las ventajas y desventajas de los principales grupos de herramientas estadísticas.
3. Reconocer distintos criterios de validación para las distintas etapas del trabajo de investigación.
4. Relacionar los principales grupos de herramientas estadísticas con preguntas de investigación.

5. Discutir sobre las posibilidades de inferencia que admiten los principales grupos de herramientas estadísticas en el contexto del significado biológico de los resultados.
6. Analizar la coherencia del diseño experimental propuesto para su propio proyecto de trabajo.

PROGRAMA

Unidad 1: Fundamentos de la metodología de investigación.

¿De dónde obtenemos los datos? Población, muestra y unidad de observación.

¿Qué medimos? ¿Qué y cómo comparamos? ¿Cuáles son los criterios de validación? La pregunta como punto de partida del trabajo de investigación.

Instancias de validación: validación conceptual, empírica, operativa y expositiva. El proceso de investigación y sus fases de acuerdo a la instancia de validación.

Unidad 2: Escuelas estadísticas.

Clásica o Frecuentista (variantes según la prueba de hipótesis: Neymann-Pearson y Fisher), de distribución libre, Bayesiana. Conceptos de alfa, beta y valor p. Réplicas y pseudoréplicas. ¿Cuál es la relación de estos parámetros estadísticos con la pregunta y el marco conceptual?

Unidad 3: El Diseño Experimental

¿Cómo construir el diseño experimental adecuado a la pregunta? ¿Cuáles son los atributos, variables y factores considerados en distintos diseños? Atributos, variables y factores que se modifican según la pregunta.

Unidad 4: Práctica del Diseño Experimental

Algunos ejemplos. ¿Qué hipótesis se pueden poner a prueba? Otros ejemplos que ilustran las distintas áreas de investigación donde se utilizan diferentes grupos de herramientas estadísticas.

Unidad 5: Consideraciones finales.

Algunas reflexiones. Posibles fuentes de incertidumbre. Grados de verdad. Análisis de los resultados luego de utilizar distintas herramientas estadísticas teniendo en cuenta el significado biológico. ¿Podemos explicar? Limitaciones de la inferencia estadística o ¿hasta dónde generalizar?

BIBLIOGRAFIA GENERAL

Bunge, M. 1995. La ciencia, su método y su filosofía. Editorial Sudamericana, Buenos Aires.

Bunge, M. 2000. La Investigación Científica. Siglo Veintiuno Editores, México.

Bunge, M. 2002. Crisis y reconstrucción de la filosofía. Gedisa Editorial, Barcelona.

Bunge, M. 2005. Intuición y razón. Editorial Sudamericana, Buenos Aires.

Bunge, M. 2006. Epistemología. Siglo XXI Editores, Mexico.

Bunge, M. 2008. A la caza de la realidad. Gedisa Editorial, Barcelona, España.

Cereijido, M. & L. Reinking. 2003. La ignorancia debida. Ediciones del Zorzal, Buenos Aires.

Cereijido, M. 1990. La nuca de Houssay. Fondo de Cultura Económica.

Cereijido, M. 1994. Ciencia Sin Sesos, Locura Doble. Siglo Veintiuno Editores, México.

Cereijido, M. 1997. ¿Por qué no tenemos ciencia? Siglo XXI Editores, México.

- Cereijido, M. 2003. Formando investigadores pero no científicos. R Educación Superior en Línea 124: 1-12.
- Chalmers, A. 2000. ¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Nueva edición ampliada y corregida. Siglo Veintiuno de Argentina Editores, Buenos Aires.
- Chalmers, A. 2000. La ciencia y cómo se elabora. Siglo Veintiuno Editores, México.
- De Asúa, M. et al. 2006. La investigación en Ciencias Experimentales. Eudeba, Buenos Aires.
- Dunbar, R. 1995. The trouble with science. Harvard University Press, Cambridge.
- Dupré, J. 2006. El legado de Darwin. Qué significa hoy la evolución. Katz, Buenos Aires.
- Echeverría, J. 2003. Introducción a la metodología de la ciencia. Filosofía de la ciencia en el SXX. Cátedra, Madrid.
- Eco, U. & C.M. Martini. 1998. ¿En qué creen los que no creen? Editorial Planeta, Buenos Aires.
- Farji-Brener, A. 2003. Uso correcto, parcial e incorrecto de los términos “hipótesis” y “predicciones” en ecología. Ecología Austral 13: 223-227.
- Galetto, L. & M. Oesterheld. 2010. Impacto de las revistas indexadas y no indexadas por ISI: una propuesta para promover un cambio de valoración. Ecología Austral 20: 89-94.
- Galetto, L. 2011. ¿Qué estimula y qué selecciona el sistema científico argentino? Reflexiones sobre el artículo de Farji-Brener & Ruggiero. Ecología Austral 21: 217-223.
- García, R. 2006. Sistemas Complejos. Editorial Gedisa, Barcelona.
- Geymonat, L. 2002. Límites actuales de la filosofía de la ciencia. Gedisa Editorial, España.
- González del Solar, R. & L. Marone. 2001. The ‘freezing’ of science. Consequences of the dogmatic teaching of ecology. BioScience 51: 683-686.
- Hull, D.L. & M. Ruse (eds.). 1998. The philosophy of biology. Oxford University Press, Oxford.
- Ioannidis, J.P.A. (interviewed by D. Freedman) Lies, damned lies and medical science.
- Ioannidis, J.P.A. 2005. Contradicted and initially stronger effects in highly cited clinical research. JAMA 294: 218-228.
- Ioannidis, J.P.A. 2005. Why most published research findings are false? Plos Medicine 2: 696-701.
- Jacob, F. 1982. El Juego de lo Posible. Editorial Grijalbo, Barcelona.
- Klimovsky, G. 1995. Las desventuras del conocimiento científico. A-Z editora, Buenos Aires.
- Lasa, C.D., M.I. Larrauri, P.P. Ottonello & H.J. Padrón. 2007. Pensar la Universidad. Presente y futuro. Ediciones del IAPCH, Villa María, Argentina.
- Mahner, M. & M. Bunge. 1997. Foundations of Biophilosophy. Springer, Berlín.
- Marone L., F.A. Milesi, R. González del Solar, E.T. Mezquida, J. Lopez de Casenave & V.R. Cueto. 2002. La teoría de evolución por selección natural como premisa de la investigación ecológica. Interciencia 27: 137-142.
- Marone L., F.A. Milesi, R. González del Solar, E.T. Mezquida, J. Lopez de Casenave & V.R. Cueto. 2006. The difficult though essential dialogue between philosophy and biology. Interciencia 31: 146-150.

- Marone, L. & Galetto, L. 2011. El doble papel de las hipótesis en la investigación ecológica y su relación con el método hipotético-deductivo. *Ecología Austral* 21: 201-216.
- Marone, L. & R. González del Solar. 2000. Homenaje a Mario Bunge o por qué las preguntas en ecología deberían comenzar con 'por qué. En Denegri, M & G. E. Martínez (comp.), *Tópicos Actuales en Filosofía de la Ciencia*. Mar del Plata: Editorial Martín, pp. 153-178.
- Marone, L. & R. González del Solar. 2005. Imaginación e innovación: aportes de la ciencia y la tecnología a la cultura y la sociedad. *Boletín de la Biblioteca del Congreso (Argentina)* 122: 99-116.
- Marone, L. & R. González del Solar. 2006. El valor cultural de la ciencia y la tecnología. *Apuntes de Ciencia y Tecnología (Boletín de la Asociación para el Avance de la Ciencia y la Tecnología en España)* 19: 35-42.
- Marone, L. & R. González del Solar. 2007. Crítica, creatividad y rigor: vértices de un triángulo culturalmente valioso. *Interciencia* 32: 354-357.
- Morin E. 2007. *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa Editorial, Barcelona.
- Morin E., Ciurana E. R. & Motta R. D. 2006. *Educación en la era planetaria*. Gedisa Editorial, Barcelona.
- Palma, H.A. 2008. *Filosofía de las ciencias*. UNSAMedita, Buenos Aires.
- Peirce, C.S. 1877. The fixation of belief. *Popular Science Monthly* 12: 1-15.
- Popper, K. 1995. La defensa del racionalismo. En: Miller, D., Popper. *Escritos selectos*. FCE, México.
- Sabino, C.A. 2006. *Los caminos de la ciencia. Una introducción al método científico*. Grupo Editorial Lumen Humanitas, Buenos Aires.
- Samaja, J. 2007. *Epistemología y metodología. Elementos para una teoría de la investigación científica*. Eudeba, Buenos Aires.
- Taper, M. L. & Lele, S. R. 2004. The nature of scientific evidence. *Statistical, philosophical, and empirical considerations*.
- Urcelay, C. & Galetto, L. 2011. ¿Editar o no editar?: reflexiones sobre las revistas científicas regionales y algunas propuestas. *Kurtziana* 36 (1): 3-7.

MODALIDAD

Carga horaria: 60 h. Cinco días de 9 horas de clase presenciales (45 horas) y 15 horas no presenciales para preparar un trabajo escrito y que será defendido individualmente. En el trabajo escrito deberá constar de: título, marco conceptual del trabajo, objetivos, diseño experimental y herramientas estadísticas que se podrían utilizar.

Las clases son teórico-prácticas desde una aproximación constructivista. El proceso de enseñanza-aprendizaje se centra en una fluida interacción entre docentes-alumnos y alumnos-alumnos. La idea central es que los alumnos tengan un papel activo y autónomo, promoviendo: (i) el análisis crítico, (ii) distintas capacidades a través de la indagación, discusión y exposición de problemas o trabajos; (iii) actividades cooperativas, intentando poner en relieve la importancia del análisis grupal sobre el individual; (iv) habilidades de selección, valoración y asociación de ideas que les permitan establecer relaciones conceptuales y algunas conclusiones generales sobre el diseño experimental.

Se priorizará la discusión de los fundamentos epistemológicos y metodológicos del diseño experimental y de los grandes grupos de herramientas estadísticas a partir de los proyectos que los alumnos se encuentren desarrollando. Todos los días se discutirán objetivos de distintos proyectos de investigación analizando los atributos que se pretenden registrar, la manera en que se los puede comparar y las posibles herramientas estadísticas que podrían utilizarse en el contexto de la pregunta planteada.

EVALUACIÓN

1. Lectura previa de algunos trabajos para su discusión en clase (habrá clases específicas en las que los alumnos discutirán estas lecturas).
2. Presentación de una "pregunta/ idea/ objetivo de investigación".
3. Exposición en clase de esa pregunta/objetivo de investigación.

Importante criterio de evaluación: familiaridad con las lecturas y participación en clase.

"Idea de investigación" (se debe presentar impresa el primer día de clase indicando el nombre del autor)

1. Desarrollo en 2-3 páginas a doble espacio de una pregunta-idea-proyecto de investigación (el alumno puede traer una presentación pw-pt).
2. Presentación del problema a investigar con alguna justificación.
3. Propuesta de solución o hipótesis de trabajo, mencionando su contexto teórico. Justificación: ¿por qué es plausible y original?
4. Puesta a prueba de la hipótesis. Cite cuáles resultados espera y cómo se obtendrán. Detallar cómo se planteará el "diseño experimental", sin referir a técnicas específicas.

CLADÍSTICA

FUNDAMENTACIÓN

La sistemática se ha convertido en un área de gran importancia para la biología moderna. En Los Estudios de biodiversidad, cada vez es más común encontrar cladogramas como mecanismo de deducción o comparación de hipótesis sobre la historia de diversos atributos, funciones, o de los procesos genéticos y evolutivos.

Según definen Hormiga & Giribet (2004) la sistemática se define como una ciencia dedicada al descubrimiento, organización e interpretación de la diversidad biológica. Esta definición, pone énfasis en lo que, en general, se considera actualmente como tareas fundamentales de la sistemática: la taxonomía, el análisis filogenético y la clasificación de especies o grupos de especies. Mediante el análisis filogenético se descubren las relaciones evolutivas de las especies del grupo bajo estudio, es decir la filogenia (generalmente resumida en forma de cladogramas). Ciertamente, los cladogramas funcionan como un marco de referencia histórico para el estudio de la biodiversidad. Es así, que se define a la cladística como la rama de la biología que representa las relaciones evolutivas entre los organismos a partir de observaciones de las características de los mismos; es método de análisis para reconstruir filogenias a través de la inferencia de relaciones sobre la base de caracteres derivados (evolucionados) compartidos. Este método fue desarrollado a partir de las ideas del entomólogo Willi Hennig y basado en el principio de simplicidad o Parsimonia (Hennig, 1966). En la práctica, este principio se aplica mediante algoritmos matemáticos computarizados, que tienen por objeto hallar el o los árboles más cortos (con menor número de pasos o cambios entre los estados de caracteres) para un conjunto de datos determinados (Cigliano et al., 2006).

Los métodos filogenéticos no sólo son de interés para los taxónomos, sino también para una audiencia científica más amplia que incluye biogeógrafos, ecólogos, etólogos, biólogos del desarrollo y aun algunas ciencias comparativas fuera de la biología (Banget al., 2000; Cracraft, 2002; León-Olea, 2002; Morales, 2000; Morrone & Crisci, 1995; Platnick & Cameron, 1977; Rexová et al., 2003; Richardson, 1996; Vergara-Silva, 2003; Wanntorp et al., 1990; Wiley, 1981). Aunque la nomenclatura había permanecido inmune a cuestionamientos por mucho tiempo, la extensión de la lógica cladística ha permitido examinar el uso de los nombres taxonómicos y cuestionar la presunta necesidad del sistema Linneano de siete taxa básicos en función de su concordancia con las propiedades biológicas de los grupos monofiléticos (de Queiroz, 1997; Härlin, 2003; Keller et al., 2003; Nixon & Carpenter, 2000). Además, el impacto de la teoría y métodos de reconstrucción histórica ha trascendido la taxonomía. Los métodos cladísticos han permitido replantear las hipótesis y los métodos de la investigación en otras áreas, especialmente la ecología evolutiva y la biogeografía (Brooks & McLennan, 1991, 1993; Harvey & Pagel, 1991). Esta visión de los avances de la teoría y métodos de reconstrucción filogenética destaca las necesidades educativas para formalizar la investigación en la sistemática y biología comparativa moderna.

OBJETIVOS

Los OBJETIVOS del curso son:

1. Conocer los fundamentos teóricos sobre los principios que rigen el origen y mantenimiento de la variabilidad genética de las poblaciones naturales, y la aplicación de técnicas para su análisis.

2. Abordar racionalmente el estudio de la evolución sobre la base del conocimiento de los principios fundamentales de la Genética de Poblaciones.
3. Brindar herramientas teóricas básicas sobre la temática.
4. Formarse y ejercitar sobre el uso de software específico para su aplicación en proyectos de investigación o de extensión que tengan como áreas de interés problemas de conservación de vida silvestre, uso del hábitat, patrones de colonización y dispersión, biogeografía, epidemiología, etc.

CONTENIDOS MÍNIMOS

1. Historia de las clasificaciones de la vida. Métodos numéricos. Escuelas: parsimonia, likelihood y análisis bayesiano. Caracteres y cladogramas.
2. Búsquedas de árboles filogenéticos: exactas y heurísticas. Tipos de búsquedas heurísticas: árboles de Wagner, SPR, TBR. Elección del cladograma.
3. Cladogramas consenso. Comparaciones de topologías de árboles. Colapsado de ramas. Índices de consistencia, de retención, homoplasia. Pesado de caracteres.
4. Soporte de grupos. Estabilidad y soporte. Influencia de entradas faltantes y polimorfismos. Nuevos algoritmos de búsqueda. Estrategias de búsquedas. Análisis de datasets de gran tamaño.
5. Uso de secuencias de ADN. Modelos de evolución molecular. Búsquedas heurísticas. Soporte de grupos.

PROGRAMA

Unidad1: Teórico: Introducción histórica. Clasificaciones. Métodos numéricos: feneticismo. Willi Hennig y sus ideas. Cladogramas y su significado, diferentes representaciones, notación parentética. Monofilia, parafilia y polifilia. Escuelas: parsimonia, likelihood y análisis bayesiano (generalidades). Parsimonia: conceptos, criterio de optimalidad. Algoritmos: Wagner (Farris), Fitch, Dollo, Camin-Sokal. Caracteres: homologías y homoplasia. Apomorfías, sinapomorfías, plesiomorfías. Tipos de caracteres. Codificación de caracteres, matrices. Caracteres aditivos y no aditivos. Polimorfismos. Caracteres continuos. Entradas faltantes: inaplicables y desconocidos.

Enraizamiento y polaridad.

Práctico: Repaso de conceptos teóricos. Aplicaciones en cladogramas. Codificación de caracteres. Matrices: formatos, comandos básicos. Construcción de matrices. Optimización manual. Manejo e interpretación de cladogramas. Programas: Winclada, TNT.

Unidad 2: Teórico: Uso de computadoras en búsquedas de cladogramas óptimos. Problemas y límites computacionales. Búsquedas: exactas y heurísticas. Tipos de búsquedas heurísticas: árboles de Wagner, SPR, TBR. Elección del cladograma: medidas de ajuste (largo, ajuste global). Óptimos locales y óptimos globales; estrategias de búsqueda. Factores que afectan la eficiencia de las búsquedas.

Práctico: Búsquedas de cladogramas óptimos bajo pesos iguales. Búsquedas exactas y heurísticas. Cálculo de índices. Edición de cladogramas. Programa: TNT, Mesquite.

Unidad 3: Teórico: Cladogramas consenso: tipos. Comparaciones de topologías de árboles; distancias de SPR. Colapsado de ramas: reglas. Coeficientes: índices de consistencia, de retención, homoplasia. Pesado de caracteres: sucesivo, implicado, autopeso.

Práctico: Cálculo de árboles consenso. Reglas de colapsado y sus efectos. Cálculo de coeficientes. Búsquedas bajo pesos implicados y autopeso. Programa: TNT.

Unidad 4: Teórico: Concepto de soporte de grupos. Tipos de soporte: Bremer, jackknife (y derivados), bootstrap. Estabilidad y soporte. Influencia de entradas faltantes y polimorfismos. Búsquedas, parte II: Nuevos algoritmos de búsqueda. Estrategias de búsquedas. Análisis de datasets de gran tamaño.

Práctico: Cálculo de diversas medidas de soporte de grupos (Bremer y remuestros). Efecto de entradas faltantes y polimorfismos. Búsquedas con nuevos algoritmos. Programa: TNT.

Unidad 5: Teórico: Uso de secuencias de ADN: elección de fragmentos, alineado. Tratamiento de los gaps. Optimization alignment (POY). Métodos basados en modelos de evolución molecular: Likelihood y Bayesianos. Criterio de optimalidad: elección del modelo, parámetros. Búsquedas heurísticas. Soporte de grupos.

Práctico: Secuencias de ADN en el análisis. Likelihood y análisis bayesiano. Dudas generales. Análisis de matrices propias. Programas: TNT, jModeltest, RaxML, IQTREE, MrBayes, Figtree.

BIBLIOGRAFÍA

- Bang, R., R. Desalle & W. Wheeler. 2000. Transformationalism, taxism, and developmental biology in systematics. *Systematic Biology* 49 (1):19-27.
- Brooks, D.R. & D. A. Mclennan. 1991. *Phylogeny, ecology, and behavior. A research program in comparative biology.* The University of Chicago Press, Chicago y Londres. 434p.
- Brooks, D.R. & D. A. Mclennan. 1993. Historical ecology: examining phylogenetic components of community evolution. In: R. E. Ricklefs & A. D. Schwter (Eds.). *Species diversity in ecological communities.* University of Chicago Press. Pp.267-296.
- Cigliano, M.M.; Fernandez, M.S. & A. A. Lanteri. 2006. Capítulo 9: Cladística: Métodos cuantitativos. En *Sistemática Biológica: Fundamentos teóricos y ejercitaciones* 3° edición. Editoras: A.
- A. Lanteri y M.M. Cigliano. Editorial Universidad Nacional de La Plata – Facultad de Ciencias Naturales y museo. ISBN: 950-34-0273-5. Pp. 241.
- Cracraft, J. 2002. The seven great questions of systematic biology: An essential foundation for conservation and the sustainable use of diversity. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 89: 127- 144.
- De Queiroz, K. 1997. The Linnean hierarchy and the evolutionization of taxonomy, with emphasis on the problem of nomenclature. *Aliso* 15(2):125-144.
- Giribet, G. 2007. Efficient Tree Searches with Available Algorithms. *Evolutionary Bioinformatics* 3:341–356.
- Goloboff, P. A.; Carpenter, J. M.; Arias, J. S. & D.R. Miranda Esquivel. 2018. Weighting against homoplasy improves phylogenetic analysis of morphological data sets. *Cladistics* 24:1–16.

- Goloboff, P. A.; Farris, J. S. & K. C. Nixon. 2008. TNT, a free program for phylogenetic analysis. *Cladistics* 24:1–13
- Goloboff, P.A. & J. S. Farris. 2001. Methods for Quick Consensus Estimation. *Cladistics* 17: 26- 34.
- Goloboff, P.A. 1993. Estimating character weights during tree search. *Cladistics* 9:83-91.
- Goloboff, P.A. 2002. Techniques for Analyzing Large. Data Sets. En *Methods and Tools in Biosciences and Medicine Techniques in molecular systematics and evolution*, ed. by Rob DeSalle et al. Birkhauser Verlag Basel/Switzerland: 70-79pp.
- Goloboff, P.A. 2013. Extended implied weighting. *Cladistics* 1–13.
- Härlin, M. 2003. Taxon names as paradigms: the structure of nomenclatural revolutions. *Cladistics* 19:138-143.
- Harvey, P. H. & M. D. Pagel. 1991. *The comparative method in evolutionary biology*. Oxford University Press, London. 239p.
- Hennig, W. 1966. *Elementos de una sistemática filogenética*. Ed. Universitaria de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. 224p.
- Hormiga, G. & Giribet, G., 2004. Fundamentos de cladística. In J. A. Barrientos, ed. *Curso Práctico de Entomología*. Alicante-Bellaterra. Alicante-Bellaterra: Asociación Española de Entomología, CIBIO & Universitat Autònoma de Barcelona, pp. 55-84. ISBN84-490-2383-1.
- Keller, R.A., R. N. Boyd & Q. D. Wheeler. 2003. The illogical basis of phylogenetic nomenclature. *The Botanical Review* 69(1):93-110.
- Kitching, I. J.; Forey, P. L.; Humphries, C. J. & D.M. Williams. *Cladistics* Second edition. *The theory and practice of parsimony analysis*. Oxford University Press. ISBN 0 19 85 0139 0. Pp.228.
- León-Olea, M. 2002. Evolución filogenética del dolor. *Elementos* 46:19-23.
- Lipscomb, D. 1998. *Basics of Cladistic Analysis*. George Washington University. Pp. 75. WashingtonD.C.
- Morales, E. 2000. El método comparativo en ecología vegetal. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 66:37-51.
- MORRONE, J. J. & J. C. Crisci. 1995. Historical biogeography: Introduction to methods. *Annual Review of Ecology and Systematics* 26:373-401.
- Morrone, J. J. 2000. El lenguaje de la Cladística. Universidad Nacional Autónoma de México y Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera". Pp.100
- Nixon, K. C. & J. M. Carpenter. 2000. On the other "phylogenetic systematics". *Cladistics* 16: 298-318.
- Platnick, N. I. & H. D. Cameron. 1977. Cladistic methods in textual, linguistic, and phylogenetic analysis. *Systematic Zoology* 26:380-385.
- Rexová, K., D. Frynta & J. Zrzavy. 2003. Cladistic analysis of languages: Indo-European classification based on lexicostatistical data. *Cladistics* 19:120-127.
- Richardson, P. M. 1996. The systematics agenda 2000 symposium: Introduction. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 83 (1):1-2.
- Vergara-Silva, F. 2003. Plants and the conceptual articulation of evolutionary developmental biology. *Biology and Philosophy* 18:249-284.
- Wanntorp, H. E., D. R. Brooks, T. Nilsson, S. Nylin, F. Ronquist, S. C. Stearns & N. Wedell. 1990. Phylogenetic approaches in ecology. *Oikos* 57:119-132.
- Wiley, E. O. 1981. *Phylogenetics: The theory and practice of phylogenetic systematics*. John Wiley & Sons, New York. 439p.

MODALIDAD

Metodología de enseñanza-aprendizaje: El curso es de modalidad teórico-práctica. El curso contará de teoría impartida por el docente con el uso de herramientas informáticas y actividades prácticas relacionadas con los conocimientos brindados. Se propiciará la discusión entre los participantes en los diferentes temas, y se generarán los espacios para tratar temas puntuales con los alumnos que así lo requieran.

Requerimientos: Para las actividades prácticas llevadas a cabo durante el curso se debe disponer de computadoras (al menos una cada dos alumnos), que tengan como sistema operativo Windows (XP, Vista, 7, 8, 10, etc.), Linux con Wine o MacOS con emulador de Windows, y en todos los casos con Java 7 al menos instalado.

Duración: 40 horas en total (aproximadamente 15 horas de teórico, 25 hs de práctico), durante dos semanas (online) o una semana (presencial).

Anexo II: CURSOS ELECTIVOS

La presente es una nómina de los cursos que el Doctorado en Ciencias Biológicas ofrece o ha ofrecido en los últimos años. La frecuencia de esta oferta está sujeta a la disponibilidad de los profesores responsables.

CURSO DE PGRADO	Apellido y nombre Docente responsable
INTRODUCCIÓN AL LENGUAJE R: MODELOS LINEALES Y FUNDAMENTOS PARA LA PROGRAMACIÓN	Dr. BENITEZ VIEYRA, Santiago
MODELOS ESTADÍSTICOS AVANZADOS UTILIZANDO LENGUAJE R	Dr. BENITEZ VIEYRA, Santiago
MÉTODOS EN ECOLOGÍA EVOLUTIVA	Dr. BENITEZ VIEYRA, Santiago; ORDANO, Mariano
MODELADO DE NICHOS Y DE DISTRIBUCIÓN CON ÉNFASIS EN EL USO DE MAXENT	Dr. TORRES, Ricardo
ESCRITURA CIENTÍFICA EN INGLÉS	Dra. MARTÍNEZ, Iliana
INTRODUCCIÓN AL BIENESTAR DE LOS ANIMALES EN INVESTIGACIÓN	Dr. MARÍN, Raúl H; Dr. FERRARI, Ricardo H
ETOLOGÍA	Dr. MARÍN, Raúl H; Dr. FERRARI, Ricardo H

BIOPLAGUICIDAS	Dr. ZYGADLO, Julio
INTRODUCCIÓN A LA MORFOMETRÍA GEOMÉTRICA	Dr. BENITEZ de la FUENTE, Hugo
INTRODUCCIÓN A LA ETNOBIOLOGÍA Y SUS APORTES A LA ARQUEOLOGÍA INTERDISCIPLINARIEDAD EN EL CONOCIMIENTO DE PRÁCTICAS HUMANAS PASADO-PRESENTE	Dra. TRILLO, Cecilia; Dra. ARIAS TOLEDO, Bárbara
SCIENTIFIC COMMUNICATION	Dra. HEBETS, Eileen
RESTAURACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD Y RECURSOS ECOSISTÉMICOS	Dr. REY BAYANAS, J.M.
BIODIVERSIDAD FUNCIONAL	Dra. DIAZ, Sandra
META-ANÁLISIS EN ECOLOGÍA Y BIOLOGÍA EVOLUTIVA	Dr. AGUILAR, Ramiro; Dr. VIDELA, Martín y Dr. ROSSETTI, María Rosa
ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA GENÉTICA DE POBLACIONES NATURALES	Dra. GARDENAL, Noemí; Dra. CHIAPPERO, Marina; Dr. GONZÁLEZ ITTIG, RAÚL
TÉCNICAS MOLECULARES EN SISTEMÁTICA Y GENÉTICA DE POBLACIONES	Dra. GARDENAL, Noemí; Dra. CHIAPPERO, Marina; Dr. GONZÁLEZ ITTIG, RAÚL
ASPECTOS ECO-EPIDEMIOLÓGICOS Y SOCIALES DE ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR INSECTOS HEMATÓFAGOS DE IMPORTANCIA MÉDICA	Dr. ALMIRÓN, Walter; Dra. CROCO, Liliana y Dra. RODRÍGUEZ, Claudia
REDES DE INTERACCIONES ECOLÓGICAS	Dr. VAZQUEZ, Diego, Dra. CHACOFF, Natacha y Dr. CAGNOLO, Luciano
FISIOLOGÍA DEL COMPORTAMIENTO	Dr. ROMANO, Arturo
CITOGENÉTICA VEGETAL: EVOLUCIÓN CROMOSÓMICA Y SU APLICACIÓN EN SISTEMÁTICA	Dra. LAS PEÑAS, Laura; Dr. CHIARINI, Franco y Dr. URDAMPILLETA, Juan Domingo
DEMOGRAFÍA Y EVOLUCIÓN DE HISTORIAS DE VIDA	Dr. MONTAÑA CARUBELLI, Carlos
INTRODUCCIÓN A LA SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA Y AL MÉTODO COMPARATIVO	Dr. MÉNDEZ TORRES, Marcos y Dr. IBAÑEZ CARVAJAL, Christian
ESTADÍSTICA NO PARAMÉTRICA: INTRODUCCIÓN A LOS MÉTODOS DE REMUESTREO Y SUAVIZADO	Dr. SMREKAR, Marcelo
ANÁLISIS MULTIVARIADO APLICADO A LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS	Dr. MANGEAUD, Arnaldo
R APLICADO A ECOLOGÍA: DE INDIVIDUOS Y COMUNIDADES	Dr. PELLEGRIN, Nicolás
SISTEMÁTICA MOLECULAR Y SUS APLICACIONES EN ECOLOGÍA EVOLUTIVA	Dr. AMARILLA, Leonardo; Dr. GRILLI, Gabriel

CURSO DE CAMPO: MÉTODOS Y TÉCNICAS APLICADAS AL ESTUDIO DE AVES	Dra. PELUC, Susana; Dr. VALDÉZ, Diego; Dr. VERGA, Ernesto; Dr. VERGARA, David
ECOLOGÍA DE MOSQUITOS VECTORES	Dr. LUDUEÑA ALMEIDA, Francisco