



**Universidad de Buenos Aires**  
**Facultad de Ciencias Exactas y Naturales**  
**Comisión de Carrera de Ciencias Biológicas**

<http://cccbfce.n.wixsite.com/cccb>

Int. Güiraldes 2620

Ciudad Universitaria - Pab. II, 4º Piso

CPA: C1428EHA, Ciudad Autónoma de Buenos Aires  
 ARGENTINA.

☎: +54 11 4576-3349 / 5285-8665

I

**Asignatura: Fisiología y Comportamiento de Insectos**

<b>Carrera:</b> Licenciatura en Ciencias Biológicas	<b>Código de la carrera:</b> 05
	<b>Código de la asignatura:</b>
<b>CARÁCTER:</b>	Tache lo que no corresponde
Curso obligatorio de licenciatura (plan 2019)	<b>NO/SI</b>
Curso electivo/optativo de licenciatura (plan 2019)	Electivo/ <del>O</del> ptativo

<b>Duración de la asignatura (en semanas)</b>	16
<b>Cuatrimestre(s) en que dicta (indicar cuatrimestre o verano):</b>	2
<b>Frecuencia en que se dicta (cuatrimestral, anual, bianual, etc.)</b>	anual

ACTIVIDAD	Horas semanales	Número de semanas	Horas totales
Teóricas	5	16	80
Problemas			
Laboratorios	5	10	50
Seminarios	3	10	30
Teórico- prácticos o Teórico-problemas			
Si corresponde, especifique las horas de otras actividades (salidas de campo, etc.)			
Carga horaria semanal máxima	10		
Carga horaria semanal mínima	10		
Carga horaria total:	160		

<b>Asignaturas correlativas:</b>	GENETICA (trabajos prácticos aprobados) / ELECTROMAGNETISMO Y OPTICA (trabajos prácticos aprobados)
<b>Forma de Evaluación:</b>	Parciales Teóricos, de Seminarios y Prácticos. Promoción/Final.

## OBJETIVOS II

El objetivo principal de la materia es brindar un abordaje integrado de los distintos sistemas fisiológicos de uno de los grupos taxonómicos más expandido del reino animal. Debido a su enfoque, el modelo elegido (los insectos) es una excusa para presentar una visión sistémica. Por lo tanto, esta materia *no solo* está pensada para aquellos que quieran especializarse en Artrópodos, sino para cualquier alumno que quiera adquirir una visión integrativa de un sistema biológico desde la Fisiología. A partir del marco teórico mencionado la materia se propone transmitir conceptos que apunten a fortalecer tópicos relacionados con los Sistemas Biológicos Complejos por sobre los contenidos relativos a la fisicoquímica, bioquímica y biofísica. Para ello se organiza a partir del dictado de contenidos teóricos básicos, la discusión de bibliografía actualizada en clases de Seminarios y la realización de variados Trabajos Prácticos que abordan algunos de los sistemas fisiológicos de los Insectos.

## CONTENIDOS MÍNIMOS (ya aprobados Anexo IV Plan 2019 )

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 taxias. 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.

## PROGRAMA ANALÍTICO

### Parte I: Sistemas fisiológicos básicos

- 1.- Introducción general: la Biología Experimental como base de estudios fisiológicos en insectos. Características generales de los insectos, sus orígenes, principales grupos taxonómicos, abundancia y distribución.
- 2.- El sistema tegumentario: exoesqueleto, sus ventajas mecánicas y desventajas funcionales. Estructura y propiedades de la cutícula. Células epidérmicas. Tipos y secreciones. Deposición, curtido, apólisis y ecdisis. Química de la cutícula. Composición química, distensión lenta y rápida. Plasticización. Control de las propiedades mecánicas de la cutícula. Esclerotización Resilina. Glándulas epidérmicas. Coloración. Escamas.
- 3.- Sistema nervioso. Ventajas metodológicas de estudiar el sistema nervioso en Insectos. Organización estructural y funcional. Estructura ganglionar, neuropilos. Neuronas monopolares, bipolares y multipolares. Neuronas sensoriales, motoras e interneuronas. Células de la glía y neurosecretoras. Relaciones funcionales y evolutivas entre las células nerviosas. Centros nerviosos, estructura y función. Sinapsis químicas y eléctricas. Sistema nervioso central: proto, deutero y tritocerebro; sus estructuras y funciones, vías de procesamiento. Sistema nervioso periférico, somático y visceral: sistema nervioso torácico, ganglios abdominales. Neurotransmisores y neuromoduladores. Métodos de estudio de neuroanatomía funcional. Neurogénesis. Metamorfosis del sistema nervioso.
- 4.- Sistema muscular y Locomoción. Estructura y propiedades de los músculos de los insectos. Músculos pinnados, sincrónicos y asincrónicos. Inervación. Locomoción terrestre, caminar vs. reptar. Salto, locomoción y vuelo. Biomecánica. Control nervioso de la locomoción. Modelo de Cruse. Proceso reflejo. Control endógeno y coordinación durante la caminata. Locomoción aérea. Número de Reynolds. Evolución del ala en insectos, su ontogenia. Control nervioso durante el vuelo.
- 5.- Digestión y Nutrición. Orígenes y ubicación. Partes bucales y cavidad oral. Tubo digestivo. Organización funcional. Adaptaciones morfológicas y funcionales a la dieta. Diferencia entre mordedores y succionadores. Modalidades alimenticias y dietas. Control y regulación de la ingestión. Digestión y secreción de saliva. Digestión extraintestinal. Digestión en lumen digestivo. Compartimentalización. Simbiontes. Asociaciones permanentes y facultativas, infección y colonización. Nutrición. Aprovechamiento de nutrientes. Absorción y movimiento del agua.
- 6.- Sistema circulatorio. Función, requerimientos y estructura. El vaso dorsal, corazón y válvulas. Órganos pulsátiles accesorios. La circulación de fluidos. Latido cardíaco. Control nervioso de la circulación. Hemolinfa. Plasma y hemocitos. Células pericardiales. Cuerpo

graso. Oenocitos. Mecanismo inmune. Respuesta inmune. Función termorregulatoria del sistema circulatorio, control de la temperatura corporal. Heterotermia. Resistencia y tolerancia al frío; anticongelantes. Tolerancia a altas temperaturas, estrategias. Sistemas de contracorriente.

7.- Respiración. Sistema traqueal. Ventajas. Patrones básicos. Intercambio gaseoso por traqueolas y por tráqueas aeríferas. Modificaciones, sacos aéreos, tokus. Espiráculos. Transporte de gases. Movimientos respiratorios. Adaptaciones funcionales y celulares. Pigmentos respiratorios. Respiración en insectos acuáticos y parásitos. Branquias físicas. Estructura y función del plastrón. Coordinación respiración/circulación.

8.- Metabolismo energético. Origen de la fuente de calor. Tasa metabólica basal, standard y activa. Metabolismo energético en vuelo y en caminata. Obtención de energía a corto plazo. El rol de la hemolinfa y el cuerpo grasoso en el almacenaje de energía. Sistema de medición del metabolismo energético. Sistema de flujo abierto y cerrado. Medición de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>. Medición indirecta del consumo metabólico a través del registro de la temperatura corporal. Termometría. Medición directa del consumo metabólico, calorimetría.

9.- Sistema excretor. Órganos excretores y acumuladores de desechos. Complejo túbulos de Malpighi-recto, morfología y función. Papilas rectales, sistema criptonefridial. Regulación de la diuresis. Equilibrio hídrico y salino.

8.- Reproducción. Morfología y función de los órganos reproductores y glándulas anexas. Potencial reproductivo de los insectos. Sistema reproductor femenino. Ovariolas. Vitelogénesis. Ovulación, fertilización y oviposición. Fecundación externa, interna y hemocélica. Espermatóforos. Regulación de la función ovárica. Oviposición. Sistema reproductor masculino. Comportamiento sexual. Métodos no convencionales de reproducción. Partenogénesis haploide y automítica. Determinación sexual genética y hormonal. Viviparidad. Ovoviviparidad. Viviparidad pseudoplacentaria y adenotrófica. Diferenciación, factores difusibles, elementos maternos y embrionarios.

9.- Desarrollo y diferenciación. Desarrollo embrionario. Organizadores. Tipos de huevo. Gastrulación. Blastokinesis. Organogénesis. Crecimiento y diferenciación. Orígenes de la endocrinología. Estructuras endócrinas glandulares y de origen. Órganos neurohemales. Estructura química de las hormonas, producción, liberación, transporte y modo de acción. Regulación hormonal del crecimiento y la diferenciación. Muda y metamorfosis. Determinación de castas en insectos sociales. Control endócrino de la diferenciación sexual, de la reproducción, del metabolismo y del equilibrio hídrico. Estadios. Metamorfosis. Diapausa.

Limitaciones del crecimiento. Estrategias de crecimiento. Estrategias metamórficas. Cambios hormonales durante el desarrollo. Efecto de las condiciones ambientales durante el desarrollo. Endocrinología y desarrollo de castas. Orígenes de los holometábolos. Teorías.

## **Parte II: Fisiología Sensorial**

10.- Introducción: La Fisiología y la Ecología como áreas de la Biología para estudiar Sistemas Sensoriales. Conceptos básicos, órganos emisores y receptores de señales. Codificación y decodificación. Sistemas sensoriales. El concepto de información y ruido. El filtrado durante los procesos de adquisición de información. Band-pass filters, matched-filters. Proceso de transducción de señales, modulación y convergencia entre distintas entradas sensoriales.

11.- Visión. Propagación de la luz. Órganos sensoriales. Diseño y evolución de los sistemas visuales en vertebrados e invertebrados. Ojos tipo cámara oscura, cámara con espejo y cámara con lente. Estructura, ontogenia y función de los ojos simples, stemmata y ocelos. Ojo compuesto de aposición simple, afocal, transparente y de rhabdoma abierto. Proceso de transducción. Superposición neural. Ojo compuesto de superposición óptica de refracción, reflexión y parabólico. Limitantes físicos de la visión. Difracción, ruido fotónico y resolución espacial. Modos de guías de onda. Mecanismos de compensación. Resolución del ojo de un insecto. Especializaciones morfológicas y funcionales, relaciones evolutivas. Luminosidad. Inhibición lateral. Visión de formas y estimación de distancias. Composición espectral. Visión monocular y binocular. Constancia de tamaño, paralaje, estereopsis y “matched filters”. Percepción de movimiento. Modelo de correlación Visión de colores y de polarización, bases estructurales y funcionalidad. Interneuronas oponentes de color y de polarización. El área POL. Modelo de analizadores cruzados.

12.- Quimiorrecepción. La estimulación química. Naturaleza y cantidad de los estímulos químicos. Diversidad morfológicas de los órganos olfatorios. Estructuras de las quimiosensilias. Mecanismos de transducción, proteínas transportadoras de moléculas odoríficas (OBP), PBP, GOB, segundos mensajeros. Receptores especialistas y generalistas, integración periférica y central. Electroantenogramas. Vías olfativas de procesamiento. Lóbulos antenales. Glomérulos. Representación topográfica de olores. Efecto de la experiencia sobre la representación topográfica. Cuerpos pedunculados y vías de procesamiento superiores. Quimiorrecepción de contacto. Partes bucales y registros extracelulares. Registros intracelulares y especificidad. Respuesta fisiológica frente a moléculas específicas. Dinámica de la respuesta sensorial gustativa. Receptores bucales, antenales y tarsales. Vías iniciales de

procesamiento. El ganglio subesofágico. Integración central de las vías olfativas y gustativas. Las interneuronas ventrales (VUM) en insectos.

13.- Mecanorrecepción. Propioceptores y exteroceptores. Mecanismos de transducción. Pelos sensoriales, órganos cordotonales. Estructura y función de los tímpanos, receptores de presión y de gradientes de presión. Sensilias campaniformes. Receptores de estiramiento. Propiedades biofísicas de los sistemas auditivos. Receptores de vibración. Procesamiento de la información auditiva. Propagación de partículas de aire, ¿sonido o vibración? Órgano de Johnston. Producción de sonido en el campo cercano. Vibración por sustrato. Órgano subgenual. Higrotermorrecepción.

### **Parte III: Fisiología a escala social y comportamiento**

14.- Fisiología del comportamiento. Introducción y objetivos. Comportamiento de orientación. Respuestas. Quinesis, taxias y navegación. Convergencia multimodal. Navegación. Orientación hacia el blanco. Geometría del blanco. Distancia del blanco. Precisión en la navegación. Bitácora. Odómetro. Dirección al blanco. Compases. Referencias inerciales, terrestres y celestes. El uso de la luz polarizada en insectos. Modelos de insectos para el estudio de la navegación. Localización del blanco. Mapas simples y sentido de mapa. Estrategias de navegación. Piloting. Dead reckoning. Marcas de terreno y su uso en la navegación. Comparación de imágenes de memoria. Modelo de Cartwright y Collett. Navegación vectorial y de sitio.

15.- Sistemas de Comunicación. Interacciones informacionales. Categorías de comunicación verdadera. Tipos de señales. Diferencia entre señal y clave. Teoría de la comunicación. Importancia del contexto. Comunicación en un contexto ecológico y funcional. Interacciones diádicas y triádicas. Mimetismo y sus tipos. Comunicación química. Clases de interacciones químicas. Productos de excreción, traza o feromonas. Glándulas exócrinas asociadas a la producción de feromonas. Tipos de feromonas. EAG. Respuestas comportamentales. Comunicación intraespecífica por alleloquímicos. Aprendizaje y comunicación química. Comunicación acústica. Órganos estriduladores. Ensayo de comportamiento. Las abejas como modelo complejo: el uso de múltiples canales de comunicación en simultáneo, la hipótesis de la danza de reclutamiento. Sistemas de control en sociedades de insectos: sistemas de retroalimentación social, control social de variables ambientales (temperatura, humedad, hora del día), mecanismos de regulación del tamaño poblacional. La recolección de alimento y su regulación social.

16.- Biología Social y Fisiología. Principios comparados de organización social. Polietismo. División reproductiva del trabajo: sus bases genéticas y fisiológicas, la relación entre comportamiento e información genética, reversibilidad comportamental producida por cambios hormonales, el rol del entorno social en la asignación de tareas. Termorregulación a escala social o la homeotermia en un superorganismo. Control de la temperatura en nidos y enjambres. La hipertermia como estrategia defensiva en sociedades de insectos. Arquitectura funcional en nidos. El efecto de Bernoulli en nidos de hormigas. Principios de organización social por medio de unidades de trabajo con estructura fractal. Agrupaciones funcionales en insectos sociales.

### BIBLIOGRAFIA III

- Chapman, RF; Simpson, SJ; Douglas AE (2013). *The Insects, Structure and Function*. Cambridge University Press
- Dusenbery, D.B. (1992) *Sensory Ecology: How organisms acquire and make use of information*. W.H. Freeman and Company.
- Halliday T (1998). *The senses and communication*. Springer
- Heinrich B. (1993). *The hot-blooded insects*. Springer
- Horn, E. (1982) *Vergleichende Sinnesphysiologie*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Klowden, M.J. (2013). *Physiological systems in insects*. Elsevier, Amsterdam
- Seeley, T.D. (1995) *The wisdom of the hive*. Harvard, Boston.
- Snodgrass, R. E. (1993). *Principles of insect morphology*. Cornell University Press
- Wigglesworth, V.B. (1965) *The principles of Insect Physiology*. Methuen, London.

<b>Profesores/as a cargo:</b>	<b>Dr. Walter M. Farina</b>	
<b>Firmas</b>	<b>y</b>	<b>Fecha: 6/06/2019</b>
<b>Aclaraciones</b>		

## ANEXO I

### CONTENIDOS DESGLOSADOS **IV**

#### a) Clases de Problemas

No consigna

#### b) Prácticos de Laboratorio

- 1.- Cambios en las propiedades mecánicas de la cutícula de *Triatoma infestans* asociados a la ingestión de alimento
2. Regulación serotoninérgica de las pulsaciones en el corazón de la vinchuca *Rhodnius prolixus*
3. Registro de señales bioeléctricas durante la ingestión de alimento en la hormiga neotrópica *Camponotus mus*
4. Fisiología de la excreción en la vinchuca *Rhodnius prolixus*
5. Control de la muda y la metamorfosis en insectos holometábolos: efectos de la ligación de los ganglios protorácicos en la pupariación
6. Bioensayos en toxicología de insectos
7. Quimiorrecepción: detección de olores y sensibilidad gustativa en la abeja *Apis mellifera*
8. Percepción de la luz polarizada en la abeja *Apis mellifera*
9. Condicionamiento olfativo en la abeja *Apis mellifera*

#### c) Seminarios

- 1.- Tegumentario
- 2.- Nervioso
- 3.- Ingestión y digestión
- 4.- Respiración y Metabolismo energético
- 5.- Excretor
- 6.- Endocrinología y Reproductor
- 7.- Visión
8. Quimiorrecepción
- 9.- Fisiología del Comportamiento
- 10.- Fisiología a escala social

#### d) Teórico-Práctico o Teórico-Problemas

No consigna

e) Salidas de campo/viajes<sup>V</sup>.

No consigna

ANEXO II Adjuntar un ejemplo del cronograma de la Materia, o de los cronogramas en caso de que tenga distintas formas (cuatrimestrales, verano, etc.)<sup>VI</sup>

SEMANA	TEÓRICA (Mar 9:30-12:00)	TEÓRICA (Jue 9:30-12:00)	TP o Seminario (Jue 13-18)
1	Introducción-Tegumento	Sistema nervioso	Sem Cutícula
2	Muscular / Locomoción	Digestión/ Nutrición	TP Cutícula
3	Circulatorio	Respiratorio/Metabolismo	TP Sistema circulatorio
4	Ingestión	Excretor	TP + Sem Ingestión
5	Desarrollo	Desarrollo	TP + Sem Sistema excretor
6	Endocrino	Endocrino	Sem. Nervioso / Respiratorio
7	Reproductor	Repaso integrativo	TP + Sem Endocrinología / Desarrollo
8	Consultas	-	1er Parcial
9	Fisio. Sensorial / Visión I	Visión II	Sem. Visión
10	Quimio. I	Quimio. II / Propio-mecano	Sem. Quimio.
11	Orientación-navegación I	Orientación-navegación II	TP Orientación + Control
12	Control Químico	Ritmos biológicos	TP URA+EAG
13	Comunicación I	Comunicación II	TP + Sem Aprendizaje y memoria
14	Fisio Social	Repaso integrativo	TP Percepción luz Polarizada
15	Consultas	-	2do Parcial
16	Recuperatorio I y II	-	Exposición PI

Notas:

<sup>I</sup> El contenido de este documento se ratificará o rectificará bianualmente

<sup>II</sup> Objetivos: redactados en función de los aprendizajes buscados (no en función de lo que los docentes hacen para alcanzar esa meta). Por ejemplo, la redacción de cada objetivo debería comenzar con alguna frase como "Que los/as estudiantes sean capaces de... conozcan... comprendan..., etc."

Por favor evitar frases *imprecisas* (ej.; "Se hará énfasis en las distintas estrategias y en las distintas metodologías de estudio") o *incorrectas* (ej.; "El docente fomentará...")

Si un el objetivo es que el/la estudiante priorice el espíritu crítico sobre dogmas, entonces, debería estar redactado de ese modo, en términos de lo que debe lograr el/la estudiante. Si se incluyen estos objetivos cognitivos de largo plazo como el anterior deben ser coherentes con las actividades y evaluaciones que permitan alcanzar los mismos. Para la elaboración y/o redacción de los objetivos puede consultar al CEFIEC a través de los emails: [emeinardi@gmail.com](mailto:emeinardi@gmail.com) o [leomgalli@gmail.com](mailto:leomgalli@gmail.com)

<sup>III</sup> Bibliografía obligatoria. De manera optativa bibliografía sugerida para ampliar temas.

<sup>IV</sup> De acuerdo a lo indicado en los ítems de "Actividad": Títulos y muy breve descripción del tema a desarrollar, de 160 caracteres como máximo.

<sup>V</sup> Máximo: 320 caracteres.

<sup>VI</sup> Los cronogramas pueden ser enviado en cualquier formato.