

**PROGRAMA 2023**

**1. Nombre de la actividad curricular**

Fisiología General (BC710/BCN7103)

**Coordinadoras:** Dra. Magdalena Sanhueza (masanhue@uchile.cl)

Dra. Alexia Núñez (alexianunez@uchile.cl)

**Profesor colaborador:**

Dr. Julio Alcayaga (jalcayag@uchile.cl)

Dr(c). Felipe Avello

**Ayudantes:** Por definir

**2. Nombre de la actividad curricular en inglés**

General Physiology

**3. Unidad Académica / organismo de la unidad académica que lo desarrolla**

Facultad de Ciencias/ Departamento de Biología

**4. Horas de trabajo**

presencial

no  
presencial

4,5 horas de clase

3 horas de laboratorio, en donde se realizan trabajos prácticos de laboratorio/computacionales y actividades investigativas teóricas

**5. Número de créditos SCT – Chile**

**8**

**6. Requisitos**

**Matemáticas (1 a 4)**

**Bioquímica**

**Termodinámica**

**7. Propósito general del curso**

Este curso aborda los conceptos fundamentales de la fisiología general y la comprensión de fenómenos biológicos a través de un enfoque esencialmente cuantitativo, que integra nociones

|  |   |
|--|---|
|  | de física, matemáticas y bioquímica. Se enfatiza el uso de modelos cuantitativos que facilitan la comprensión de fenómenos complejos a distintos niveles de organización. Además, los estudiantes adquieren competencias en el desarrollo de estrategias experimentales e investigativas.   |
| <b>8. Competencias a las que contribuye el curso</b> | <p>Analizar los procesos biológicos desde una perspectiva multidisciplinaria que permita determinar los mecanismos fisiológicos subyacentes.</p> <p>Aplicar aproximaciones y modelos cuantitativos para el análisis y resolución de problemas específicos.</p> <p>Comprender las metodologías experimentales disponibles para el estudio de procesos fisiológicos.</p> <p>Proponer problemas de investigación basado en el análisis de literatura científica.</p> <p>Proponer estrategias de investigación respaldadas teórica y metodológicamente en base al problema identificado, utilizando la tecnología disponible.</p> |
| <b>9. Subcompetencias</b>                            |   |
| <b>10. Resultados de Aprendizaje</b>                 | <p>Identifica procesos esenciales de situaciones complejas mediante un análisis crítico que le permite simplificarlas, modelarlas y hacer predicciones.</p> <p>Lee e interpreta artículos científicos de manera crítica que le permiten reafirmar o refutar aseveraciones publicadas.</p> <p>Diseña protocolos experimentales con base en lo discutido en el curso para responder preguntas sobre fisiología celular.</p> <p>Distingue elementos moleculares particulares, luego de revisar diversas situaciones experimentales, que le permiten entender los mecanismos básicos de comunicación celular.</p>                 |
| <b>11. Saberes / contenidos</b>                      | <p><b>Generales:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bases fisicoquímicas de la electro-difusión en un contexto celular.</li> </ol>   |

2. Procesos de transporte pasivo y activo de moléculas con o sin carga a través de membranas biológicas (canales de iones, transportadores y bombas).
3. Bases biofísicas y moleculares del potencial de reposo (células en general) y del potencial de acción (células excitables).
4. Señalización intracelular e intercelular (sinapsis), señalización ambiente-célula, ambiente-circuitos neuronales
5. Dinamismo de la comunicación intercelular y la excitabilidad neuronal: plasticidad sináptica e intrínseca. Bases fisiológicas del aprendizaje y la memoria.

En la discusión de estos contenidos se enfatizarán algunos conceptos fundamentales, como:

- a) Conservación de la materia, energía, carga.
- b) La homeostasis como propiedad general de los sistemas biológicos.
- c) Procesos dinámicos y estado estacionario. Fases transitoria y mantenida de la respuesta a perturbaciones/estímulos.

### **Específicos:**

#### **1. Excitabilidad celular y la conducción del impulso nervioso**

- a) Propiedades de iones en solución. Conducción eléctrica. La Ley de Ohm.
- b) Circuito equivalente de la membrana plasmática. Iones, potenciales y corrientes eléctricas a través de la membrana. La ecuación de Nernst para el potencial de equilibrio. Datos experimentales y métodos de medida. Instrumentación.
- c) Canales de iones. Registro de corrientes iónicas de canales únicos.
- d) Modelo de Hodgkin y Huxley para el potencial de acción del axón de calamar.
- e) Propiedades de cable de los axones. Propagación del potencial de acción.
- f) Diversidad funcional de neuronas centrales
- g) Transportadores y bombas.

#### **2. Señalización celular y transducción sensorial**

- a) Mecanismos de transducción de señales: receptores, proteínas G, segundos mensajeros, canales de iones, cascadas enzimáticas. Señalización y micro dominios de  $Ca^{2+}$ .
- b) Mecanismos de transducción sensorial: transducción visual, olfativa, auditiva, térmica, nocicepción.

#### **3. Mecanismos efectores.**

- a) Mecanismos de acoplamiento excitación-secreción.
- b) Mecanismos de acoplamiento excitación-contracción en músculo esquelético y cardiaco.

c) Mecanismo de la contracción muscular.

#### **4. Transmisión sináptica.**

a) Estructura de las sinapsis químicas (neuromuscular, axodendrítica, en cinta) y eléctrica. Tipos de sinapsis químicas y eléctricas.

b) Mecanismos presinápticos: experimentos en la juntura neuromuscular, hipótesis cuántica, liberación espontánea y evocada de neurotransmisor.  $Ca^{2+}$  y liberación de neurotransmisores, mecanismos moleculares de la liberación, proteínas asociadas a las vesículas, zonas activas, canales de  $Ca^{2+}$  y microdominios de  $Ca^{2+}$ .

c) Mecanismos postsinápticos: receptores ionotrópicos y metabotrópicos. Familias de receptores ionotrópicos (canales activados por ligando pentaméricos, tetraméricos y triméricos). Receptores metabotrópicos, estructura y mecanismos de acoplamiento celular.

#### **5. Plasticidad sináptica**

a) Procesos celulares de memoria de corto y largo plazo: plasticidad sináptica dependiente de actividad (modelos en invertebrados y mamíferos).

b) Aplicaciones de herramientas teóricas y experimentales para determinar los mecanismos fisiológicos de los cambios plásticos.

c) Plasticidad estructural. Síntesis de proteínas en dendritas.

d) Plasticidad de la excitabilidad intrínseca y mecanismos homeostáticos de plasticidad.

#### **6. Actividad neuronal y conducta**

a) Especialización neuronal y circuitos neuronales

b) El código neuronal (codificación temporal y de frecuencia)

c) Regulación de la actividad neuronal (neuromodulación)

d) Bases neurobiológicas de paradigmas conductuales (prueba de memoria espacial, contextual y de trabajo, pruebas de comportamiento operante, etc.)

## **12. Metodología**

### **1) Clases:**

**Lunes: 10:15 a 11:45h**

**Jueves: 1ra clase: 8:30 a 10:00 hrs, 2da clase: 10:15 a 11:45 hrs**

Las clases son optativas, pero fuertemente recomendadas.

### **2) Trabajos Prácticos de Laboratorio (PL) y Prácticos Computacionales (PC):**

**Se realizarán 3 PC y 2 PL**

**Lunes, 14:30 a 17:45 hrs**

### **3) Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)**

#### **6 sesiones, lunes de 14:30 a 17:45 hrs.**

En las sesiones de ABP los estudiantes realizarán un proyecto de investigación teórico a través del trabajo colaborativo. En cada sesión se realizarán actividades que deben ser enviadas a través de U-cursos a los profesores encargados de cada módulo para su evaluación y retroalimentación.

Los informes parciales y final son de carácter obligatorio.

#### **4) Atención alumnos**

##### **Miércoles de 14:00 a 17:00 hrs**

Los profesores contestarán consultas en este horario. Para esto, **deben ser contactados previamente** vía U-cursos para acordar modalidad y hora.

#### **5) Ayudantías**

##### **3 ayudantías, una antes de cada prueba. Lunes 16:45-18:15 hrs.**

Los ayudantes realizarán ayudantías en donde se responderán dudas sobre guías de ejercicios entregadas previamente por los profesores.

### **13. Evaluación**

**1. Pruebas escritas:** Se realizarán 3 pruebas de desarrollo. En éstas se evaluará la comprensión de los conceptos e informaciones vistos en clases por medio de su aplicación a la resolución de problemas. EL OBJETIVO DE LAS PRUEBAS NO ES LA EXPOSICIÓN O REPETICIÓN DE LOS CONTENIDOS DE LAS CLASES, SINO SU UTILIZACIÓN PARA ABORDAR SITUACIONES ESPECÍFICAS. Las pruebas serán en una modalidad de **libro abierto** y se realizarán los jueves en la mañana. **Podrán revisar sus apuntes, pero no comunicarse con otras personas. No se tolerará el plagio.** Si tienen dudas, los invitamos a releer los siguientes documentos:

[https://www.uchile.cl/documentos/reglamento-de-estudiantes-de-la-universidad-de-chile-actualizado-y-vigente-al-2018\\_67177\\_0\\_4705.pdf](https://www.uchile.cl/documentos/reglamento-de-estudiantes-de-la-universidad-de-chile-actualizado-y-vigente-al-2018_67177_0_4705.pdf)

<http://web.uchile.cl/transparencia/archivos/DU26685.pdf>

**Recomendaciones:** Las respuestas NO DEBEN REFORMULAR o REPETIR la pregunta. Deben ser concisas, tener una redacción lógica, lenguaje preciso y **referirse sólo a lo que se pregunta**. La nota tomará en consideración lo anterior. Se sugiere fuertemente a quienes obtengan nota bajo 4,0 en alguna prueba se comuniquen prontamente con las coordinadoras para recibir orientaciones para mejorar su rendimiento.

Considere que probablemente tendrá pruebas de Microbiología, Genética u otros en fechas muy cercanas a las pruebas de este curso. Prográmese con anticipación para la ocurrencia de estos eventos coincidentes.

Para quienes falten a cualquiera de las pruebas, al final del curso habrá una prueba recuperativa que incluirá la materia de todo el curso. Esta prueba la podrán dar también quienes deseen mejorar alguna nota, la que será reemplazada por la obtenida en la prueba recuperativa (solo si es mejor).

**Informes de Prácticos de Laboratorio (PL) y Computacionales (PC):** Se debe realizar un breve informe sobre la actividad desarrollada, siguiendo las indicaciones de las guías entregadas previamente.

**Aprendizaje Basado en problemas:** Cada actividad realizada será evaluada, así como la entrega final.

#### **14. Requisitos de aprobación**

Promedio mínimo 4,0 en las 3 pruebas teóricas: 70%

Promedio de EC Informes Exploración Computacional y Trabajos Prácticos: 15%

APB: 15% (Entrega final, 60% módulo, 40% actividades semanales)

#### **15. Palabras Clave**

Bioelectricidad; transporte a través de membranas biológicas; gradiente y equilibrio electroquímico; Canales de iones; Transporte activo; Excitabilidad; Señalización intracelular; señalización por calcio; contracción muscular; Transducción sensorial; transmisión y plasticidad sináptica; circuitos neuronales; homeostasis.

#### **16. Bibliografía Obligatoria (no más de 5 textos)**

Latorre, López-Barneo, Bezanilla y Llinás: Biofísica y Fisiología Celular. Editorial: Universidad de Sevilla, ISBN 10: 8447203395 ISBN 13: 9788447203390

<http://bibliografias.uchile.cl.uchile.idm.oclc.org/index.php/sisib/catalog/book/2310>

E. Kandel: [Principles of Neural Science](#), McGraw Hill, Ed 2000 o posterior. ISBN0-8385-7701-6

<http://bibliografias.uchile.cl/index.php/sisib/catalog/book/5082>

#### **15. Bibliografía Complementaria**

J. Nicholls et al: From Neuron to Brain, Sinauer Associates, ISBN0878936092, 9780878936090 Ed 2001 o posterior. <http://bibliografias.uchile.cl/index.php/sisib/catalog/book/996>

B. Hille: Ionic Channels of Excitable Membranes. Sinauer Associates, ISBN 0878933239, 9780878933235, Ed, 2001 o posterior.

S. Firestein, Ignorance: How It Drives Science, Oxford University Press. ISBN 978-0-19-982807-4

R. Plonsey, RC Barr. Bioelectricity. A quantitative approach, 2007, 3ª edición. U-cursos.

Perspectives on theory at the interface of physics and biology. William Bialek.

<https://doi.org/10.1088/1361-6633/aa995b>

#### 16. Recursos web

F. Bezanilla: The Nerve Impulse. (<http://nerve.bsd.uchicago.edu/med98a.htm>).

#### 17. Calendario

| CALENDARIO CURSO FISILOGIA GENERAL 2019 |                         |   |  |  |
|---|-------------------------|---|--|--|
| semana                                  | fecha                   | Clases teóricas   | Profesor                                 | - Prácticos Comp/Lab<br><br>- Taller ABP   |
|   |                         | Lunes: 10:15-11:45<br><br>Jueves: 8:30-10:00; 10:15-11:45   |  | Lunes: 14:30-17:45<br><b>Ayudantías:</b> 16:45-18:15   |
| 1                                       | Marzo<br>L13<br><br>J16 | - Introducción al curso. Tópicos y conceptos esenciales de la Fisiología General I<br><br>- Tópicos y conceptos esenciales de la Fisiología General II<br><br>- El impulso nervioso en el axón del calamar (conceptos generales). | Sanhueza<br><br>Sanhueza<br><br>Sanhueza | Libre  |
| 2                                       | L 20<br><br>J23         | - Bioelectricidad I: Difusión y flujo. Ley de Fick. Potencial y corriente eléctrica. Resistencia, conductancia, capacidad.<br><br>- Bioelectricidad II: Corrientes en soluciones y a través de membranas biológicas. Potencial    | Sanhueza<br><br>Sanhueza<br><br>Sanhueza | <b>Práctico Comp. 1</b><br><br>Vías y modelos de transporte a través de membranas<br><br>F. Avello<br><br>Ayudantes. |

|   |                  |   |  |   |
|---|------------------|---|--|---|
|   |                  | <p>electroquímico, equilibrio.<br/>Potencial de Nernst.</p> <p>- Bioelectricidad III. Circuito equivalente de la membrana.<br/>Potencial de reposo. Ejemplos en distintos tipos celulares</p> |  |   |
| 3 | L27<br><br>J30   | <p>Instrumentación (V-clamp, C-clamp).</p> <p>- Corrientes de sodio y potasio dependientes del potencial I y II</p>   | <p>Alcayaga</p> <p>Sanhueza</p> <p>Sanhueza</p>        | <p><b>Práctico Comp. 2</b></p> <p>Corrientes iónicas del axón</p> <p>F. Avello y Ayudantes.</p>         |
| 4 | Abr L3<br><br>J6 | <p>Métodos en Fisiología</p> <p>Canales de iones I</p> <p>Canales de iones II</p>   | <p>Sanhueza</p> <p>Sanhueza</p> <p>Sanhueza</p>        | <p><b>Práctico Comp. 3</b></p> <p>Propagación del potencial de acción</p> <p>F. Avello y ayudantes.</p> |
| 5 | L10<br><br>J13   | <p>Teoría del cable. Propagación del potencial de acción</p> <p>Diversidad funcional de neuronas centrales, simulaciones computacionales (Neuron)</p>   | <p>Sanhueza/Avello</p> <p>Letelier</p> <p>Letelier</p> | <p><b>Taller ABP 1.</b></p> <p>Alcayaga, Núñez, Sanhueza, Ayudantes</p>                                 |
| 6 | L17<br><br>J20   | <p>Transportadores y bombas</p> <p>- Señalización Intracelular</p> <p>- Señalización por calcio y mantención de su homeostasis</p>  | <p>Alcayaga</p> <p>Núñez</p> <p>Núñez</p>              | <p><b>Taller ABP 2.</b></p> <p>Ayudantes</p> <p><b>16:45-18:15 Ayudantía</b></p>                        |

|    |                     |  |  |   |
|----|---------------------|--|--|---|
| 7  | L24<br><br>J27      | Discusión y resolución de problemas<br><br><b>PRUEBA I (semanas 1-5, 15 clases, incluye introductorias)</b>                    | Sanhueza/ayudantes                     | <b>Práctico Lab I (sección I)</b><br><br>Avello, Núñez  |
| 8  | May L1<br><br>J 4   | Feriado<br><br><b>RECESO</b>   |  |   |
| 9  | L 8<br><br>J 11     | - Acoplamiento excitación-contracción<br><br>- Contracción muscular<br><br>Audición: Mecánica coclear y transducción sensorial | F. Avello<br><br>F. Avello<br>Sanhueza | <b>Trabajo práctico I (sección II):</b><br><br>Avello, Núñez  |
| 10 | L 15<br><br>J 18    | Olfato y gusto: Transducción sensorial<br><br>Termo-transducción y nocicepción   | Núñez<br><br>R. Madrid<br>R. Madrid    |   |
| 11 | L 22<br><br>J 25    | Sinapsis I<br><br><b>Prueba II (17/04 – 18/05, 10 clases)</b>  | Alcayaga                               | <b>Taller ABP 3</b><br><br>Alcayaga, Núñez, Sanhueza, Ayudantes                                     |
| 12 | L 29<br><br>Jun J 1 | Sinapsis II<br><br>Sinapsis III y IV   | Alcayaga<br><br>Alcayaga<br>Alcayaga   | <b>Taller ABP 4</b><br><br>Alcayaga, Núñez, Sanhueza, Ayudantes<br><br><b>16:45-18:15 Ayudantía</b> |

|    |                |  |  |  |
|----|----------------|--|--|--|
| 13 | L 5<br>J 8     | Sinapsis V<br><b>Feriado</b>   | Alcayaga                                 | <b>Taller ABP 5</b><br>Ayudantes   |
| 14 | L 12<br>J 15   | Sinapsis VI<br><br>Plasticidad Sináptica y Mecanismos de Memoria I y II  | Alcayaga<br><br>Sanhueza<br><br>Sanhueza | <b>Trabajo práctico demostrativo</b><br><br>Alcayaga, Núñez, Sanhueza, Ayudantes |
| 15 | L 19<br>J 22   | Mantenimiento de la homeostasis en redes neuronales<br><br>Electroencefalograma, modelos y métodos de análisis | Sanhueza<br><br>Letelier<br><br>Letelier | <b>Taller ABP 6</b><br>Ayudantes   |
| 16 | L 26<br>J 29   | <b>FERIADO</b><br><br>- Bases neuronales de la conducta I y II   | Núñez<br><br>Núñez                       |  |
| 17 | Jul L 3<br>J 6 | <b>PRUEBA III (22/05 - 29/06; 13 clases)</b>   |  | <b>Ayudantía (14:30)</b>   |
| 18 | L 10<br>J 13   | <b>PRUEBA RECUPERATIVA (todos los contenidos del curso)</b>  |  |  |
| 19 | L 17<br>V 21   | <b>TERMINO SEMESTRE</b>  |  |  |