

## Fundamentos Biológicos del Envejecimiento

### 1.- Información General

Tipo de asignatura	Electivo Especializado
Departamento Responsable	Unidad de Nutrición Pública, INTA
Carrera	Bioquímica
Régimen	Semestral (primavera)
Requisitos	Química Fisiológica y Patológica
Cupos	12 estudiantes
Duración	15 semanas lectivas
Dedicación horaria	7,5 h/semanales, (4 h directas, 3,5 h indirectas)
Horario	Lunes de 16:45 a 18:25 – sala 09 Jueves de 16:45 a 18:25 – sala 01A
Profesores coordinadores	Dr. Roberto Bravo y Dra. Pamela Urrutia
Profesores participantes	Dr. Gonzalo Jorquera, Dra. Valentina Parra, Dr. Damián Gatica, Dr. Daniel Bórquez, Dr. Roberto Munita

Nombre de la actividad curricular		Unidad Académica	CÓDIGO
Fundamentos Biológicos del Envejecimiento		Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas	CE000248-1
Nombre de la actividad curricular en inglés			
Biological Foundations of Aging			
Semestre	SCT	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo no presencial
X	5	4	3,5
PROPÓSITO GENERAL DEL CURSO			
<p>El envejecimiento biológico es un fenómeno natural, universal, progresivo, inevitable, complejo y heterogéneo. El propósito de este curso es que el estudiante identifique, comprenda e interprete los diversos mecanismos del envejecimiento biológico, así como aplicar estos conocimientos para la formulación de un proyecto de investigación enfocado en el envejecimiento biológico.</p> <p>Para esto, las actividades del curso contemplan el desarrollo de (1) clases teóricas expositivo-participativas, (2) seminarios de discusión bibliográfica en base a artículos científicos, análisis de</p>			

ejemplos y modelos teóricos, y (3) tutorías personalizadas para la búsqueda bibliográfica, formulación y exposición de un proyecto de investigación.

### RESULTADOS DE APRENDIZAJE

**RA1:** Analizar e interpretar los cambios moleculares, celulares e intercelulares que ocurren con la edad, para comprender su impacto y relevancia en el proceso de envejecimiento.

**RA2:** Relacionar los mecanismos moleculares del envejecimiento con sus manifestaciones a nivel de organismo, para orientar estrategias de prevención, diagnóstico o intervención en el contexto del envejecimiento saludable.

**RA3:** Diseñar estrategias experimentales para el estudio del envejecimiento, para comprender sus mecanismos moleculares subyacentes, evaluar biomarcadores e intervenciones, y contribuir al avance del conocimiento en el área.

#### Competencias Genéricas

1. **Desarrollar pensamiento crítico y capacidad de análisis científico.**
  - (i) Interpreta datos experimentales complejos relacionados con el envejecimiento.
  - (ii) Formula hipótesis basadas en evidencia y discute su validez.
2. **Comunicar efectivamente información científica.** Revisa la literatura, y expone un proyecto de investigación de manera oral y escrita.
3. **Promover la ética en la investigación biomédica del envejecimiento.** Reconoce los dilemas éticos relacionados con intervenciones en el envejecimiento humano.

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
01	Conceptos generales y teorías del envejecimiento	1
<b>RA a que contribuye la unidad</b>		
<p><b>RA1:</b> Analizar e interpretar los cambios moleculares, celulares e intercelulares que ocurren con la edad, para comprender su impacto y relevancia en el proceso de envejecimiento.</p> <p><b>RA2:</b> Relacionar los mecanismos moleculares del envejecimiento con sus manifestaciones a nivel de organismo, para orientar estrategias de prevención, diagnóstico o intervención en el contexto del envejecimiento saludable.</p>		
Contenidos	Indicadores de desempeño	Bibliografía por unidad
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Conceptos generales del envejecimiento</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Teorías evolutivas del envejecimiento</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distingue conceptualmente entre vejez y envejecimiento cronológico y biológico.</li> <li>• Describe los mecanismos generales que explican el deterioro progresivo de</li> </ul>	Revisiones bibliográficas

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cambios moleculares y celulares durante el envejecimiento</li> <li>○ Cambios fisiológicos durante el envejecimiento</li> <li>○ Dimorfismo sexual del envejecimiento</li> <li>● <b>Panorama de la vejez en Chile</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Envejecimiento poblacional</li> <li>○ Desafíos del envejecimiento</li> <li>○ Situación de salud del envejecimiento en Chile</li> </ul> </li> <li>● <b>Daño macromolecular como impulsor del envejecimiento</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Estrés oxidativo como mecanismo de daño</li> <li>○ Acumulación de daño oxidativo a macromoléculas</li> <li>○ Mecanismos del daño macromolecular</li> </ul> </li> </ul>	<p>funciones biológicas con la edad.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Describe las principales teorías evolutivas del envejecimiento.</li> <li>● Explica los mecanismos de daño al ADN, proteínas y lípidos asociados con el envejecimiento.</li> <li>● Identifica métodos experimentales utilizados para detectar daño molecular en sistemas biológicos.</li> </ul>	
--	--	--

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
02	Bases moleculares y celulares del envejecimiento	6
<b>RA a que contribuye la unidad</b>		
<p><b>RA1:</b> Analizar e interpretar los cambios moleculares, celulares e intercelulares que ocurren con la edad, para comprender su impacto y relevancia en el proceso de envejecimiento.</p>		
Contenidos	Indicadores de desempeño	Bibliografía por unidad
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Alteraciones moleculares durante el envejecimiento</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cambios epigenéticos <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modificaciones de histonas</li> <li>▪ Metilación del ADN</li> </ul> </li> <li>○ Desgaste de telómeros</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Explica de forma integrada los mecanismos moleculares y subcelulares del envejecimiento.</li> <li>● Interpreta datos experimentales relacionados con el impacto de estos mecanismos en</li> </ul>	<p>Revisiones bibliográficas</p> <p>Artículos de investigación</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Telómeros y telomerasa</li> <li>○ Inestabilidad genómica             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Acumulación de mutaciones</li> <li>▪ Reparación del ADN</li> </ul> </li> <li>○ Pérdida de la proteostasis             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Función proteasomal</li> <li>▪ Estrés proteostático</li> </ul> </li> <li>• <b>Alteraciones celulares durante el envejecimiento</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Disfunción mitocondrial                 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Metabolismo mitocondrial</li> <li>▪ Señales mitocondriales pro-envejecimiento</li> </ul> </li> <li>○ Desactivación de la macroautofagia                 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Función lisosomal</li> <li>▪ Control de calidad de organelos</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<p>modelos celulares o animales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evalúa críticamente artículos científicos que aborden al menos uno de estos mecanismos, identificando hipótesis, metodología, resultados y conclusiones.</li> </ul>	
---	---	--

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
03	Impacto fisiológico del envejecimiento	8
<b>RA a que contribuye la unidad</b>		
<p><b>RA2:</b> Relacionar los mecanismos moleculares el envejecimiento con sus manifestaciones a nivel de organismo, para orientar estrategias de prevención, diagnóstico o intervención en el contexto del envejecimiento saludable.</p> <p><b>RA3:</b> Diseñar estrategias experimentales para el estudio del envejecimiento, para comprender sus mecanismos moleculares subyacentes, evaluar biomarcadores e intervenciones, y contribuir al avance del conocimiento en el área.</p>		
Contenidos	Indicadores de desempeño	Bibliografía por unidad
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Alteraciones tisulares durante el envejecimiento</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explica de forma integrada los mecanismos celulares e</li> </ul>	<p>Revisiones bibliográficas</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Acumulación de células senescentes <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Senescencia celular</li> </ul> </li> <li>○ Agotamiento de células madre <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Células madre</li> <li>▪ Terapia de rejuvenecimiento</li> </ul> </li> <li>○ Inflamación crónica <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ “<i>Inflammaging</i>”</li> <li>▪ Fibrosis</li> </ul> </li> <li>● <b>Alteraciones a nivel de organismo durante el envejecimiento</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Comunicación intercelular alterada <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Factores pro-envejecimiento</li> <li>▪ Factores anti-envejecimiento</li> </ul> </li> <li>○ Desregulación de la percepción de nutrientes <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Circuitos de percepción de macronutrientes</li> <li>▪ Restricción calórica</li> </ul> </li> <li>○ Disbiosis <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Microbiota intestinal</li> <li>▪ Alteración de la relación hospedero-patógeno</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<p>intercelulares del envejecimiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Analiza y compara el impacto de cada uno de estos mecanismos sobre el organismo, utilizando evidencia científica reciente.</li> <li>● Interpreta y evalúa críticamente datos experimentales relacionados con el estudio de estos mecanismos en modelos celulares o animales.</li> <li>● Identifica, selecciona y analiza fuentes bibliográficas relevantes y actualizadas sobre el envejecimiento.</li> <li>● Elabora un proyecto coherente y estructurado que responda a una problemática específica del envejecimiento, integrando fundamentos teóricos y metodológicos adecuados.</li> <li>● Presenta de manera clara, precisa y argumentada el proyecto de investigación en formato escrito, cumpliendo con criterios académicos formales.</li> <li>● Expone oralmente el proyecto de forma efectiva, utilizando un lenguaje técnico apropiado, manejo del contenido y recursos de apoyo visual.</li> </ul>	<p>Artículos de investigación</p>
--	--	-----------------------------------

Metodologías	Requisitos de Aprobación y Evaluaciones del Curso
<p>• El curso estará organizado en base a clases teóricas y seminarios, las cuales se irán alternando. Al final del curso, se realizarán tutorías personalizadas para la formulación de un proyecto.</p> <p><b>Clases teóricas</b></p> <p>Cada clase expositivo-participativa se enfocará en la teoría de uno de los 12 pilares (hallmarks) del envejecimiento, y en entregar las competencias para que el estudiantado pueda comprender, interpretar e integrar los diversos fundamentos biológicos del envejecimiento.</p> <p><b>Seminarios</b></p> <p>Los seminarios se enfocarán en el análisis de artículos de investigación para que el estudiantado adquiera las competencias para identificar e interpretar las metodologías utilizadas para la investigación del envejecimiento biológico. Los estudiantes deberán preparar una presentación oral de los artículos asignados y participar activamente en su discusión grupal.</p> <p><b>Formulación de un Proyecto de Investigación</b></p> <p>Al final del curso se realizarán tutorías personalizadas, en las que el estudiantado deberá formular un proyecto de investigación que será presentado en formato oral y escrito, con el objetivo de adquirir competencias para la integración y aplicación de los contenidos aprendidos. Para estas tutorías, a cada estudiante se le asignará un(a) tutor(a) que le guiará en la búsqueda bibliográfica, formulación de hipótesis, diseño experimental y proyección de resultados durante una semana.</p>	<p><b>Asistencia</b></p> <p>Las clases teóricas requerirán un 75% de asistencia para aprobar el curso.</p> <p>La aprobación del curso requerirá un 100% de asistencia a los seminarios. Cada estudiante será evaluado(a) en uno de los doce seminarios por su exposición del artículo de investigación. Adicionalmente, en las once sesiones en que las(os) estudiantes no les toque presentar, serán evaluadas(os) por su comprensión del artículo científico con un control escrito al final de la sesión.</p> <p><b>Evaluaciones</b></p> <p>Las notas de las actividades anteriores serán ponderadas según los porcentajes indicados más abajo, lo cual entregará una nota de presentación a examen. Quienes obtengan una nota de presentación igual o superior a 4,0 se eximirán del examen, y su nota final será igual a su nota de presentación. Quienes obtengan una nota inferior a 4,0 deberán rendir un examen. En tal caso, la nota de presentación corresponderá a un 60% de la nota final, y el examen a un 40%.</p> <p>El curso será aprobado con una nota final igual o superior a 4,0.</p> <p><b>Ponderaciones:</b></p> <p>Presentación de seminario: 16%</p> <p>Controles de seminarios: 44% (4% c/u)</p> <p>Proyecto escrito: 20%</p>

<p>A la semana siguiente, todas(os) las(os) estudiantes presentarán su proyecto en forma oral, recibiendo retroalimentación por parte del profesorado. Esta presentación oral será calificada con una nota. Luego de ello, el estudiantado dispondrá de una semana para hacer correcciones a su proyecto y presentarlo en formato escrito, el cual también será calificado.</p>	<p>Presentación oral del proyecto: 20%</p>
<p><b>Bibliografía Obligatoria</b></p>	
<p>-Apuntes tomados por los/las estudiantes en las clases teóricas y en la discusión de los seminarios. -Artículos de investigación</p>	
<p><b>Elaborado por:</b></p>	<p>Roberto Bravo Sagua y Pamela Urrutia Vargas</p>
<p><b>Año de elaboración:</b></p>	<p>2025</p>
<p><b>Validado por:</b></p>	<p><b>Comité de carrera de Bioquímica</b></p>

Semana	Fecha	Actividad	Profesor(a)
01	11/ago	Unidad 1. Clase "Generalidades del envejecimiento"	PU, RB
	14/ago	Unidad 1. Clase "Daño molecular"	PU
02	18/ago	Unidad 2. Clase "Cambios epigenéticos"	RM
	21/ago	Unidad 2. Clase "Desgaste de telómeros"	DB
03	25/ago	Unidad 2. Seminario "Cambios epigenéticos"	RM
	28/ago	Unidad 2. Seminario "Desgaste de telómeros"	DB
04	1/sep	Unidad 2. Clase "Inestabilidad genómica"	DB
	4/sep	Unidad 2. Seminario "Inestabilidad genómica"	DB
05	8/sep	Unidad 2. Clase "Pérdida de la proteostasis"	PU
	11/sep	Unidad 2. Clase "Disfunción mitocondrial" (video)	RB
06	22/sep	Unidad 2. Seminario "Pérdida de la proteostasis"	PU
	25/sep	Unidad 2. Seminario "Disfunción mitocondrial"	RB

07	29/sep	Unidad 2. Clase "Desactivación de la macroautofagia"	DG
	2/oct	Unidad 2. Seminario "Desactivación de la macroautofagia"	DG
08	6/oct	Unidad 3. Clase "Inflamación crónica"	PU
	9/oct	Unidad 3. Seminario "Inflamación crónica"	PU
09	13/oct	Unidad 3. Clase "Acumulación de células senescentes"	RB
	16/oct	Unidad 3. Clase "Agotamiento de células madre"	VP
10	20/oct	Unidad 3. Seminario "Agotamiento de células madre"	VP
	23/oct	Unidad 3. Seminario "Acumulación de células senescentes"	RB
11	27/oct	Unidad 3. Clase "Desregulación de la percepción de nutrientes"	GJ
	30/oct	Unidad 3. Seminario "Desregulación de la percepción de nutrientes"	GJ
12	3/nov	Unidad 3. Clase "Comunicación intercelular alterada"	RB
	6/nov	Unidad 3. Seminario "Comunicación intercelular alterada"	RB
13	10/nov	Unidad 3. Clase "Disbiosis"	GJ
	13/nov	Unidad 3. Seminario "Disbiosis"	GJ
14	17/nov	Unidad 3. Tutoría "Formulación de proyecto"	PU, RB, GJ, DB, DG, VP
	20/nov	Unidad 3. Tutoría "Formulación de proyecto"	PU, RB, GJ, DB, DG, VP
15	24/nov	Unidad 3. Tutoría "Formulación de proyecto"	PU, RB, GJ, DB, DG, VP
	27/nov	Unidad 3. Tutoría "Formulación de proyecto"	PU, RB, GJ, DB, DG, VP
16	1/dic	Unidad 3. Presentación de proyectos	PU, RB, GJ, DB, DG, VP

	4/dic	Unidad 3. Presentación de proyectos	PU, RB, GJ, DB, DG, VP
17	8/dic	Entrega de notas de presentación	PU, RB
	11/dic	Examen	PU, RB