

PROGRAMA DE CURSO
APLICACIONES DE LA BIOLOGÍA A LA INGENIERÍA Y CIENCIAS

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería Química, Biotecnología y Materiales					
Nombre del curso	Aplicaciones de la Biología a la Ingeniería y Ciencias					
Nombre del curso en inglés	<i>Biology Applications in Science and Engineering</i>					
Código del curso	BT1211		Créditos	3		
Horas semanales	Docencia	2	Auxiliares	0	Trabajo personal	2
Carácter del curso	Obligatorio	x		Electivo	0	
Requisitos	Sin requisitos					

B. Propósito del curso:

El curso Aplicaciones de la Biología a la Ingeniería y Ciencias tiene como propósito que el estudiante comprenda la relación existente entre la biología, la física y la química, y su aplicación en ciencias y en ingeniería. Para ello, se utilizan ejemplos prácticos de esta relación, a través de conceptos biológicos nuevos y ya conocidos, con lo cual se introduce al estudiante en el quehacer profesional científico e ingenieril. Mediante estos ejemplos, se considera la aplicación del método científico y sus etapas.

El curso está planteado para comprender la biología con criterio analítico. Con ello, se logra que el estudiante comprenda que los sistemas biológicos son complejos, interactivos y dinámicos. Junto con lo anterior el estudiante visualiza soluciones biológicas a partir de casos reales que consideran dimensiones éticas asociadas a las nuevas tecnologías.

La metodología de este curso permite que el estudiante participe activamente de manera individual y colectiva en la construcción de su aprendizaje.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG), de la Formación Intermedia de Plan Común:

CE5: Experimentar y analizar fenómenos naturales e industriales que ocurren en procesos relacionados con la ingeniería y ciencias, utilizando los modelos y/o leyes fundamentales de la química.

CG1: Comunicación Académica y Profesional

Leer y escuchar de forma analítica diferentes tipos de textos pertinentes para su formación. Asimismo, expresar de manera eficaz, clara e informada sus ideas, en situaciones académicas formales, tanto en modalidad oral como escrita, en lengua española.

CG3: Compromiso Ético
Reflexionar sobre el propio actuar y sus consecuencias, en el marco de la honestidad, la responsabilidad y el respeto, buscando la excelencia y rigurosidad en su proceder en contextos académicos, en las relaciones interpersonales y con su entorno.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE5	RA1: Aplica las etapas del método científico, considerando el planteamiento de hipótesis, la obtención de datos y su interpretación, en el contexto de un problema tanto en ingeniería como en ciencias, a fin de comprender las relaciones y mecanismos involucrados en un fenómeno natural.
	RA2: Relaciona los principios físicos, matemáticos y químicos y los que rigen los sistemas biológicos, a fin de comprender el funcionamiento de dichos sistemas y su aplicación en las ciencias y la ingeniería.
	RA3: Analiza las características de sistemas biológicos, considerándolos como métodos alternativos para la solución de problemas en ingeniería y ciencias, y compararlos con otras soluciones clásicas no biológicas de dichos problemas desde una perspectiva analítica y ética.
Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA4: Lee de forma comprensiva diferentes tipos de textos técnicos o de divulgación científica. Asimismo, es capaz de expresar de manera clara e informada sus ideas por escrito.
CG3	RA5: Actúa en un marco de honestidad, responsabilidad y respeto, en su entorno formativo, así como con discernimiento ético frente a las soluciones tecnológicas.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1-RA3-RA4-RA5	Bases Biológicas para la Ingeniería	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>1. Método científico en ciencia e ingeniería</p> <p>1.1 Aplicación del método científico para el desarrollo de una teoría:</p> <p>1.1.1 Etapas del método científico</p> <p>1.1.2 Pregunta, alcances y evidencia</p> <p>1.1.3 Hipótesis</p> <p>1.1.4 Hechos y acumulación de evidencia</p> <p>1.1.5 Teorías y leyes</p> <p>1.2 Ciencia e ingeniería alcances y métodos:</p> <p>1.2.1 Importancia de la ciencia en la tecnología presente y futura</p> <p>1.2.2 Aplicación de principios físicos y químicos a sistemas biológicos en ingeniería y ciencias.</p> <p>2. Cambio y evolución biológica</p> <p>2.1 Bases de la evolución biológica</p> <p>2.1.1 ADN, ARN, tipos de genes, expresión y regulación de genes</p> <p>2.1.2 Jerarquías biológicas: célula, organismo y ecología</p> <p>2.1.3 Variabilidad genética</p> <p>2.1.4 Selección natural y adaptación</p> <p>2.1.5 Origen de la vida en la Tierra, astrobiología y vida en el Universo</p> <p>2.2 Modularidad y cambio incremental</p> <p>2.2.1 Relación entre forma y función</p> <p>2.2.2 Evolución de sistemas complejos</p>		<p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Utiliza el método científico en el planteamiento de hipótesis y diseño experimental a nivel teórico en base a principios físicos y químicos simples. Establece las aplicaciones del método científico en las distintas disciplinas de la ingeniería y ciencias, destacando la importancia de cada una de sus etapas. Argumenta coherentemente y con sustento en fuentes confiables, cómo el sistema de almacenamiento de información genética y fuentes de variabilidad genética son la base de la evolución biológica. Infiere cómo la selección natural y adaptación se constituyen como los mecanismos básicos de la evolución biológica desde el origen de la vida. Infiere relaciones forma-función en la naturaleza, extrapolándolas al diseño ingenieril. Describe el concepto de modularidad en sistemas complejos, estableciendo su relación con la evidencia paleontológica en la biología. Analiza el impacto de la ciencia en el desarrollo tecnológico, su rol en los cambios de paradigma de la sociedad y sus desafíos éticos, concluyendo sobre los efectos en el medio natural, cultural y social. Cumple obligaciones y acuerdos, respetando los compromisos adquiridos en sus actividades académicas. Planifica y presenta sus trabajos, basándose en sus capacidades, sin incurrir en plagio, copia, suplantación de identidad. 	

2.2.3 Bases biológicas de la paleontología y geobiología.	
Bibliografía de la unidad	<p>[1] Johnson, A. T. Capítulos 1, 5 y 6. [2] Tozeren, A. y Byers, S. W. Capítulos 4 y 5. [3] Waite, G. N. y cols. Capítulo 7. [4] Nowak, M. A. Capítulo 2, 3, 4, 11 y 12. [5] Alberts B. y cols. Capítulos 5, 6, 7, 8 y 9.</p>

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA1-RA2-RA3- RA4-RA5	Ingeniería y tecnología de sistemas biológicos	4 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>Información y organización de la materia viva</p> <p>1. Materiales biológicos:</p> <p>1.1 Moléculas de la vida</p> <p>1.2 Introducción a la ciencia de los materiales y aplicaciones de materiales biológicos. <i>Ejemplos de aplicación:</i> bionanotecnología, biónica y sistemas híbridos</p> <p>2. Almacenamiento y manejo de información biológica:</p> <p>2.1 Alcances del código genético: datos, códigos y secuencias</p> <p>2.2 Procesamiento de información biológica <i>Ejemplos de aplicación:</i> bases de datos biológicas, bioinformática y bioalgorítmica, computación con ADN</p> <p>Aplicaciones industriales de la biología</p> <p>3. Procesos industriales y sistemas biológicos:</p> <p>3.1 Ingeniería genética <i>Ejemplos de aplicación:</i> clonamiento de genes, sistemas de expresión recombinante, organismos transgénicos, alcances éticos.</p>		<p>El estudiante:</p> <ol style="list-style-type: none"> Identifica materiales biológicos utilizados en aplicaciones ingenieriles. Identifica procesos y productos sustentables en la industria en los que se utiliza sistemas biológicos (tratamiento de residuos, minería, bioproductos, agroindustria). Analiza el almacenamiento y manejo de información en sistemas biológicos y sus posibles aplicaciones tecnológicas Compara el almacenamiento de la información biológica con el almacenamiento de información en bases de datos informáticas. Identifica, al discutir con sus pares, la dimensión ética en temas de actualidad científico-tecnológica en relación a las aplicaciones de la biología en Chile y el mundo. Recopila a partir de fuentes científicas escritas información sobre el estado de un tema de investigación, considerando descubrimientos o nuevas evidencias científicas en la interfaz entre la biología, la ingeniería y las ciencias físicas y matemáticas. Argumenta de forma clara y precisa, en 	

<p>3.2 Bioproductos y química verde 3.3 Biomimética y biomedicina</p> <p>4. Aplicaciones biológicas industriales en Chile:</p> <p>4.1 Uso de enzimas en procesos productivos 4.2 Tratamiento biológico de residuos industriales 4.3 Biolixiviación 4.4 Biocorrosión</p>	<p>base a fuentes confiables, cómo los sistemas biológicos funcionan de acuerdo a las mismas leyes físicas, químicas y termodinámicas que cualquier otro sistema.</p> <p>8. Cumple obligaciones y acuerdos, respetando los compromisos adquiridos en sus actividades académicas.</p>
<p>Bibliografía de la unidad</p>	<p>[1] Johnson, A. T. Capítulos 3, 5, 6 y 8. [2] Tozeren, A. y Byers, S. W. Capítulos 1, 2, 4 y 5. [3] Waite, G. N. y cols. Capítulo 1. [5] Alberts B. y cols. Capítulo 2.</p>

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA1- RA2-RA4-RA5	Aplicaciones físicas y matemáticas en sistemas biológicos	7 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
<p>Control y adaptación al entorno</p> <p>1. Sistemas de control biológico:</p> <p>1.1. Sensores, actuadores, medios de comunicación y retroalimentación 1.2. Ciclos de retroalimentación positiva y negativa en biología 1.3. Control adaptativo en biología <i>Ejemplo de aplicación:</i> sistema nervioso autónomo como controlador adaptativo.</p> <p>Conservación de masa, energía y carga en biología</p> <p>2. Manejo de la energía en los organismos vivos:</p> <p>2.1. Leyes de conservación de energía en biología 2.2. Transporte e interconversión de energía en la célula</p>		<p>El estudiante:</p> <p>1. Analiza la representación de sistemas biológicos en base a modelos matemáticos simples. 2. Relaciona fenómenos biológicos con los términos que los representan en ecuaciones matemáticas. 3. Utiliza conceptos de análisis dimensional, en ejemplos concretos de flujo de líquidos en sistemas biológicos. 4. Aplica conceptos de aleatoriedad, probabilidad y control de procesos en la resolución de problemas biológicos concretos. 5. Compara los sistemas de control biológicos con sistemas de control en ingeniería. 6. Explica el efecto de las leyes de conservación en el transporte de masa y energía en organismos vivos.</p>	

<p>3. Transporte de masa y movimiento en organismos vivos:</p> <p>3.1. Leyes de conservación de masa y momentúm en biología <i>Ejemplos de aplicación:</i> análisis del transporte de masa en sistemas circulatorios, análisis mecánico de sistemas musculoesqueléticos</p> <p>4. Carga eléctrica en organismos vivos:</p> <p>4.1. Generación de gradientes electroquímicos en membranas celulares <i>Ejemplo de aplicación:</i> análisis de la actividad eléctrica neuronal y conducción nerviosa</p> <p>Representación matemática de sistemas biológicos</p> <p>5. Aproximación sistémica al análisis de un problema:</p> <p>5.1. Representación de sistemas biológicos por medio de modelos simples <i>Ejemplos de aplicación:</i> modelos ecológicos simples de interacción de poblaciones, modelos simples de redes metabólicas</p> <p>5.2. Sistemas complejos en biología</p> <p>6. Aleatoriedad y probabilidad en biología:</p> <p>6.1. Ejemplos y aplicaciones simples de distribuciones estadísticas en biología</p> <p>6.2. Ejemplo de análisis de circuitos genéticos booleanos</p> <p>7. Igualdad y análisis dimensional</p> <p>7.1. Fundamentos de análisis dimensional. <i>Ejemplos de aplicación:</i> flujo venoso y de savia.</p>	<p>7. Describe la importancia de los gradientes electroquímicos como fuerza impulsora en sistemas biológicos.</p> <p>8. Analiza la relación entre diversas ramas de la física clásica y las disciplinas biológicas.</p> <p>9. Analiza resultados de simulaciones computacionales de interacción entre partes biológicas simples que explican el comportamiento de sistemas biológicos complejos, relacionándolos con sistemas complejos en ingeniería.</p> <p>10. Sintetiza los resultados de su recopilación bibliográfica, con criterios de claridad y coherencia idiomática, a través de un póster científico u otro medio escrito.</p> <p>11. Compara múltiples posibilidades de solución técnicas de aplicación de la bioingeniería, según criterios de novedad de la propuesta, viabilidad, creación de espacios de ejecución, beneficios para el usuario y alcances éticos de la tecnología.</p> <p>12. Cumple obligaciones y acuerdos, respetando los compromisos adquiridos en sus actividades académicas.</p> <p>13. Determina los alcances, impactos y responsabilidades éticas, en una solución tecnológica.</p> <p>14. Considera la opinión de los demás, también cuando ella es divergente, aportando a la construcción de un clima de tolerancia en la convivencia.</p>
<p>Bibliografía de la unidad</p>	<p>[1] Johnson, A. T. Capítulos 2, 4 y 6. [2] Tozeren, A. y Byers, S. W. Capítulos 3 y 6. [3] Waite, G. N. y cols. Capítulo 1, 5 y 10. [4] Nowak, M. A. Capítulos 6, 9 y 10. [5] Alberts B. y cols. Capítulos 11, 12, 13 y</p>

E. Estrategias de enseñanza:

La metodología de enseñanza y aprendizaje es activo-participativa, el estudiante realizará actividades individuales y colectiva principalmente durante las clases presenciales.

El estudiante complementa las actividades en el aula con lecturas de documentos elaborados específicamente para este curso a partir de los recursos bibliográficos del mismo, con un nivel creciente de complejidad.

Entre las estrategias metodológicas a utilizar se encuentran:

- Aula invertida (*flipped classroom*).
- Estudio de caso (revisión de lecturas y videos).

F. Evaluación:

La evaluación del curso contempla las siguientes instancias:

- Controles con apuntes (2 controles) con una ponderación del 50% de la nota final. El primer control evalúa las unidades 1 y 2; el segundo control evalúa la unidad 3.
- Actividades (incluyendo lecturas previas) y guías de trabajo grupal realizadas en el aula, con una ponderación de un 20% de la nota final.
- Actividad final: elaboración de un póster científico u otro reporte escrito, en donde el estudiante resume el resultado de la recopilación de información realizada por su grupo a partir de fuentes científicas, acerca del estado de un tema de investigación escogido por el grupo, considerando descubrimientos o nuevas evidencias científicas en la interfaz entre la biología, la ingeniería y las ciencias físicas y matemáticas. Este trabajo se realiza de manera grupal, comienza al inicio de la unidad 2 y se entrega al final del semestre, con una ponderación del 25% de la nota final.
- Autoevaluación y evaluación por pares del trabajo grupal semestral, con una ponderación del 5% de la nota final.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

- [1] Johnson, A. T. (2010). Biology for Engineers.. 1ª ed.
- [2] Tozeren, A. y Byers, S. W. (2003). New Biology for Engineers and Computer Scientists. 1ª ed.
- [3] Waite, G. N., Waite, L. R., Balcavage, W. X. y Worrell, M. B. (2007). Applied Cell and Molecular Biology for Engineers. 1ª ed.
- [4] Nowak, M. A. (2006). Evolutionary Dynamics: Exploring the Equations of Life. 1ª ed.
- [5] Alberts B., Bray D., Hopkin K., et al. (2013). Essential Cell Biology. 4ª ed.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	2020
Elaborado por:	Álvaro Olivera Nappa – Ziomara Gerdtzen – Oriana Salazar – J. Cristian Salgado
Validado por:	CTD del Departamento de Ingeniería Química, Biotecnología y Materiales.
Revisado por:	Área de Gestión Curricular (AGC)