

### 1. Datos de identificación

• Nombre de la institución y de la dependencia:	Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Biológicas
• Nombre de la unidad de aprendizaje:	Estructura e Ingeniería de Proteínas
• Horas aula-teoría y/o práctica, totales:	72
• Horas extra aula, totales:	18
• Modalidad:	Escolarizada
• Tipo de periodo académico:	8° Semestre
• Tipo de Unidad de aprendizaje:	Optativa IV
• Área Curricular:	ACFP
• Créditos UANL:	3
• Fecha de elaboración:	05/09/2016
• Fecha de última actualización:	25/02/2017
• Responsable(s) del diseño:	Dr. José María Viader Salvadó

### 2. Presentación

Las proteínas son las moléculas más importantes de los procesos biológicos y las responsables de la mayoría de las funciones llevadas a cabo por las células. El conocimiento de su estructura ayuda a entender muchas de estas funciones a nivel molecular. Actualmente, la capacidad de diseñar nuevas proteínas genera un gran potencial de utilidad en la biomedicina y la industria. En esta unidad de aprendizaje se comprenden los fundamentos de la estructura de las proteínas, y de la correlación de la estructura con la función de las proteínas. Además, se adquieren habilidades para el diseño de nuevas proteínas o rediseño de proteínas existentes empleando técnicas de la Ingeniería de Proteínas. El estudiante tendrá que tener conocimientos previos de Bioquímica, Bioinformática e

## Ingeniería Genética.

Esta unidad de aprendizaje se divide en tres etapas en las que se integran conocimientos y habilidades interrelacionados entre sí. En la primera etapa se adquieren conocimientos sobre la estructura de las proteínas y habilidades para el manejo de la información contenida en las bases de datos de proteínas. En la segunda etapa se adquieren conocimientos sobre la correlación de la estructura de las proteínas con su función a nivel molecular. En la tercera etapa se adquieren conocimientos y se integran habilidades prácticas básicas para el diseño y rediseño de proteínas con fines biomédicos y/o industriales.

Esta unidad de aprendizaje es presencial, con sesiones de exposición por parte del facilitador, sesiones de exposición por parte de los alumnos, sesiones de discusión entre el facilitador y los alumnos, y sesiones donde se llevan a cabo ejercicios prácticos con herramientas bioinformáticas. Se emplean la lectura dirigida y comentada, presentaciones visuales, guías de estudio como herramientas didácticas de apoyo, y computadoras con acceso a internet.

Para la evaluación se han planificado y diseñado evidencias de aprendizaje que permiten la evaluación objetiva de la adquisición de competencias específicas de la unidad de aprendizaje. Se emplea una evaluación formativa a lo largo del curso y sumativa al final de un tema y por períodos parciales, considerando los objetivos formativos que se pretenden. La evaluación se centra en el desempeño del alumno soportado a través de la integración de un portafolio de evidencias de aprendizaje, tanto de desempeño como de conocimiento y adquisición de competencias, y la realización de exámenes parciales. La calificación final se obtiene mediante tres exámenes parciales, con un valor del 40% de la calificación global, y la ejecución de ejercicios de autoevaluación de la adquisición de conocimiento en formato electrónico, ejercicios prácticos para la adquisición de competencias y exposición de seminarios por parte de los alumnos que en conjunto integran el portafolio de evidencias de aprendizaje con un valor del 30% de la calificación global.

El 30% restante de la calificación global lo constituye el producto integrador, el cual es un proyecto final teórico dirigido al diseño o rediseño y producción de una proteína de interés biotecnológico, en el que se propongan las estrategias experimentales requeridas para su desarrollo.

### **3. Propósito(s)**

La Unidad de Aprendizaje de Estructura e Ingeniería de Proteínas tiene como propósito comprender la estructura de las proteínas y la correlación con su función a nivel molecular, diseñar y producir proteínas con estructura y

propiedades alteradas o nuevas que no se encuentran en las proteínas naturales, para ser usadas con fines biotecnológicos.

El diseño y la producción de proteínas con estructura y propiedades alteradas o nuevas contribuye directamente a la adquisición de las competencias específicas que conforman el perfil de egreso de la carrera de Licenciado en Biotecnología Genómica. Específicamente contribuye a diseñar estrategias de modificación y selección de genomas, con el fin de desarrollar productos, y procesos biotecnológicos de utilidad en los sectores salud, agrícola, pecuario, industrial y ambiental.

La Unidad de Aprendizaje de Estructura e Ingeniería de Proteínas requiere del conocimiento previo de las Unidades de Aprendizaje de Bioquímica de segundo semestre, Bionformática de cuarto semestre e Ingeniería Genética de quinto semestre en cuanto al conocimiento básico de la estructura de proteínas y mecanismos de acción enzimática, manejo de bases de datos y herramientas bioinformáticas, y la construcción de microorganismos modificados genéticamente para la producción de proteínas recombinantes. Además, los conocimientos que se adquieren en la Unidad de Aprendizaje de Proteómica de séptimo semestre sobre el análisis y caracterización de proteínas sirven de apoyo para adquirir las competencias de esta Unidad de Aprendizaje de Estructura e Ingeniería de Proteínas.

Esta UA promueve el aprendizaje autónomo del conocimiento que le permita la toma de decisiones oportunas en el ámbito profesional, el pensamiento lógico, crítico, creativo y propositivo para analizar fenómenos naturales que le permitan tomar decisiones pertinentes en su ámbito profesional, y la comprensión de textos en inglés relacionados al conocimiento de la UA. Además, esta UA maneja tecnologías de la información y la comunicación como herramienta para el acceso a la información y su transformación en conocimiento.

#### **4. Competencias del perfil de egreso**

##### **❖ Competencias generales a las que contribuye esta unidad de aprendizaje**

- Aplicar estrategias de aprendizaje autónomo en las diferentes disciplinas biológicas del conocimiento que le permitan la toma de decisiones oportunas y pertinentes en los ámbitos profesional, académico y personal (1)
- Manejar las tecnologías de la información y la comunicación como herramienta para el acceso a la información y su transformación en conocimiento, así como para el aprendizaje y trabajo colaborativo con técnicas de

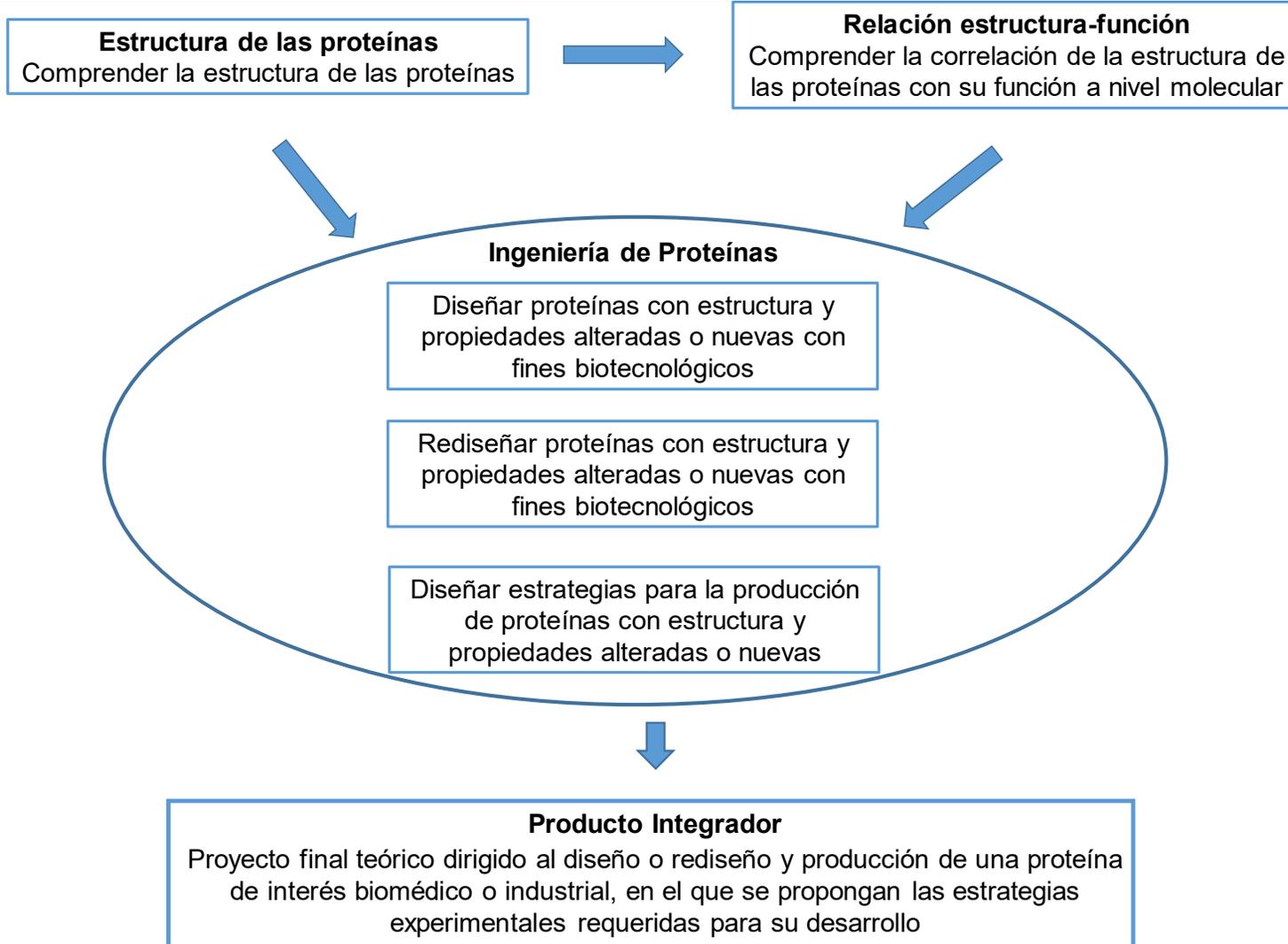
vanguardia que le permitan su participación constructiva en la sociedad. (3)

- Emplear pensamiento lógico, crítico, creativo y propositivo para analizar procesos biológicos, ecológicos y sociales que le permitan tomar decisiones pertinentes en su ámbito de influencia con responsabilidad. (5)
- Utilizar un segundo idioma, preferentemente el inglés, con claridad y corrección para comunicarse en contextos cotidianos, académicos, profesionales y científicos. (6)
- Practicar los valores promovidos por la UANL: verdad, equidad, honestidad, libertad, solidaridad, respeto a la vida y a los demás, respeto a la naturaleza, integridad, ética profesional, justicia y responsabilidad, en su ámbito personal y profesional para contribuir a construir una sociedad sostenible. (11)
- Construir propuestas innovadoras basadas en la comprensión holística de la realidad para contribuir a superar los retos del ambiente global interdependiente. (12)

❖ Competencias específicas del perfil de egreso a las que contribuye la unidad de aprendizaje

- Diseñar estrategias de detección, modificación y selección de genomas, empleando conocimientos de la genómica y técnicas de manipulación de genes, para el desarrollo de productos, procesos y servicios biotecnológicos de los sectores salud, agrícola, pecuario, industrial y ambiental. (2)
- Desarrollar productos, procesos y servicios biotecnológicos de utilidad en los sectores salud, agrícola, pecuario, industrial y ambiental, a partir de los avances y descubrimientos de las ciencias genómicas, para el bienestar de la sociedad. (3)

## 5. Representación gráfica:



## 6. Estructuración en capítulos, etapas, o fases, de la unidad de aprendizaje

(1) Elementos de competencia

### ETAPA 1A. Estructura de las proteínas.

Analizar la estructura de las proteínas mediante ejemplos modelo para comprender la estructura de las mismas.

Evidencias de aprendizaje (2)	Criterios de desempeño (3)	Actividades de aprendizaje (4)	Contenidos (5)	Recursos (6)
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ejercicios con preguntas cortas y/o resoluciones de casos de los temas 1 al 5 (ver columna contenidos) para la evaluación de la adquisición de conceptos básicos y competencias, realizados en el aula y extra-aula.</li> <li>•Presentación electrónica de seminarios de los temas 1 al 5 (ver columna contenidos).</li> <li>•Primer examen parcial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Desempeño en los ejercicios de evaluación de adquisición de conceptos básicos y competencias.</li> <li>•Desempeño en la exposición de los alumnos según rúbrica establecida.</li> <li>•Desempeño en la evaluación del primer examen parcial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Lectura de la bibliografía sugerida.</li> <li>•Preguntas presenciales por parte del facilitador a modo de generar discusión de los temas 1 al 5 (ver columna contenidos).</li> <li>•Ejercicios de autoevaluación de la adquisición de conceptos básicos y competencias realizados en el aula y extra-aula.</li> <li>•Seminarios de los temas 1 al 5.</li> </ul>	<p><b>Conceptual</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aminoácidos, enlace peptídico y estructura secundaria</li> <li>2. Caracterización preliminar de la conformación proteínas</li> <li>3. La estabilidad de las proteínas</li> <li>4. Plegamiento de las proteínas</li> <li>5. Determinación de la estructura de proteínas por cristalografía de rayos X</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Material bibliográfico relacionado con el tema.</li> <li>•Plataforma NEXUS.</li> <li>•Material de apoyo audiovisual.</li> <li>•Aula equipada con apoyo audiovisual, equipo de cómputo y acceso a internet.</li> <li>•Programas de cómputo para el procesado de textos y diseño gráfico.</li> <li>•Bases de datos de acceso libre.</li> <li>•Herramientas bioinformáticas de acceso libre.</li> <li>•Espacios extra-aula con acceso a internet.</li> </ul>

(1) Elementos de competencia

**ETAPA 1B. Estructura de las proteínas.**

Analizar la estructura de las proteínas mediante ejemplos modelo para comprender la estructura de las mismas.

<b>Evidencias de aprendizaje (2)</b>	<b>Criterios de desempeño (3)</b>	<b>Actividades de aprendizaje (4)</b>	<b>Contenidos (5)</b>	<b>Recursos (6)</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>•Ejercicios con preguntas cortas y/o resoluciones de casos de los temas 6 al 8 (ver columna contenidos) para la evaluación de la adquisición de conceptos básicos y competencias, realizados en el aula y extra-aula.</li><li>•Presentación electrónica de seminarios de los temas 6 al 8 (ver columna contenidos).</li><li>•Segundo examen parcial.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Desempeño en los ejercicios de evaluación de adquisición de conceptos básicos y competencias.</li><li>•Desempeño en la exposición de los alumnos según rúbrica establecida.</li><li>•Desempeño en la evaluación del segundo examen parcial.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Lectura de la bibliografía sugerida.</li><li>•Preguntas presenciales por parte del facilitador a modo de generar discusión de los temas 6 al 8 (ver columna contenidos).</li><li>•Ejercicios de valuación de la adquisición de conceptos básicos y competencias realizados en el aula y extra-aula.</li><li>•Seminarios de los temas 6 al 8 (ver columna de contenidos).</li></ul>	<p><b>Conceptual</b></p> <p>6. Visualización y análisis de estructuras de proteínas</p> <p>7. Clasificación estructural de las proteínas</p> <p>8. Predicción de la estructura de proteínas</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Material bibliográfico relacionado con el tema.</li><li>•Plataforma NEXUS.</li><li>•Material de apoyo audiovisual.</li><li>•Aula equipada con apoyo audiovisual, equipo de cómputo y acceso a internet.</li><li>•Programas de cómputo para el procesamiento de textos y diseño gráfico.</li><li>•Bases de datos de acceso libre.</li><li>•Herramientas bioinformáticas de acceso libre.</li><li>•Espacios extra-aula con acceso a internet.</li></ul>

**(1) Elementos de competencia**

**ETAPA 2. Relación estructura-función.**

Correlacionar la estructura de las proteínas con su función a nivel molecular mediante ejemplos modelo para comprender la relación estructura-función de las proteínas.

<b>Evidencias de aprendizaje (2)</b>	<b>Criterios de desempeño (3)</b>	<b>Actividades de aprendizaje (4)</b>	<b>Contenidos (5)</b>	<b>Recursos (6)</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>•Ejercicios con preguntas cortas y/o resoluciones de casos de los temas 1 y 2 (ver columna contenidos) para la evaluación de la adquisición de conceptos básicos y competencias, realizados en el aula y extra-aula.</li><li>•Presentación electrónica de seminarios de los temas 1 y 2 (ver columna contenidos).</li><li>•Segundo examen parcial.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Desempeño en los ejercicios de evaluación de adquisición de conceptos básicos y competencias.</li><li>•Desempeño en la exposición de los alumnos según rúbrica establecida.</li><li>•Desempeño en la evaluación del segundo examen parcial.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Lectura de la bibliografía sugerida.</li><li>•Preguntas presenciales por parte del facilitador a modo de generar discusión de los temas 1 y 2 (ver columna contenidos).</li><li>•Ejercicios de evaluación de la adquisición de conceptos básicos y competencias realizados en el aula y extra-aula.</li><li>•Seminarios de los temas 1 y 2 (ver columna contenidos).</li></ul>	<p><b>Conceptual</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. De la estructura a la función</li><li>2. Interacciones proteína-ligando y proteína-proteína</li></ol>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Material bibliográfico relacionado con el tema.</li><li>•Plataforma NEXUS.</li><li>•Material de apoyo audiovisual.</li><li>•Aula equipada con apoyo audiovisual, equipo de cómputo y acceso a internet.</li><li>•Programas de cómputo para el procesado de textos y diseño gráfico.</li><li>•Bases de datos de acceso libre.</li><li>•Herramientas bioinformáticas de acceso libre.</li><li>•Espacios extra-aula</li></ul>

con acceso a internet.

**(1) Elementos de competencia**

**ETAPA 3A. Ingeniería de Proteínas.**

- Diseñar proteínas con estructura y propiedades alteradas o nuevas y con fines biotecnológicos mediante técnicas de Ingeniería de Proteínas para implementar estrategias de producción de las mismas.
- Diseñar estrategias para la producción de proteínas con estructura y propiedades alteradas o nuevas y con fines biotecnológicos mediante técnicas de Ingeniería de Proteínas e Ingeniería Genética para conseguir su producción.

<b>Evidencias de aprendizaje (2)</b>	<b>Criterios de desempeño (3)</b>	<b>Actividades de aprendizaje (4)</b>	<b>Contenidos (5)</b>	<b>Recursos (6)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ejercicios con preguntas cortas y/o resoluciones de casos de los temas 1 al 3 (ver columna contenidos) para la evaluación de la adquisición de conceptos básicos y competencias, realizados en el aula y extra-aula.</li> <li>•Presentación electrónica de seminarios de los temas 1 y 3 (ver columna contenidos).</li> <li>•Segundo examen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Desempeño en los ejercicios de evaluación de adquisición de conceptos básicos y competencias.</li> <li>•Desempeño en la exposición de los alumnos según rúbrica establecida.</li> <li>•Desempeño en la evaluación del segundo examen parcial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Lectura de la bibliografía sugerida.</li> <li>•Preguntas presenciales por parte del facilitador a modo de generar discusión de los temas 1 al 3 (ver columna contenidos).</li> <li>•Ejercicios de evaluación de la adquisición de conceptos básicos y competencias realizados en el aula y extra-aula.</li> <li>•Seminarios de los temas 1 al 3 (ver columna contenidos).</li> </ul>	<p><b>Conceptual</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducción a la Ingeniería de Proteínas</li> <li>2. Ingeniería de Proteínas mediante un diseño racional</li> <li>3. Ingeniería de Proteínas mediante un diseño dirigido por datos o información (data-driven protein design): ingeniería de secuencias consenso</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Material bibliográfico relacionado con el tema.</li> <li>•Plataforma NEXUS.</li> <li>•Material de apoyo audiovisual.</li> <li>•Aula equipada con apoyo audiovisual, equipo de cómputo y acceso a internet.</li> <li>•Programas de cómputo para el procesamiento de textos y diseño gráfico.</li> <li>•Bases de datos de acceso libre.</li> <li>•Herramientas bioinformáticas de</li> </ul>

parcial.				acceso libre. •Espacios extra-aula con acceso a internet.
----------	--	--	--	--

**(1) Elementos de competencia**

**ETAPA 3B. Ingeniería de Proteínas.**

- Diseñar proteínas con estructura y propiedades alteradas o nuevas y con fines biotecnológicos mediante técnicas de Ingeniería de Proteínas para implementar estrategias de producción de las mismas.
- Diseñar estrategias para la producción de proteínas con estructura y propiedades alteradas o nuevas y con fines biotecnológicos mediante técnicas de Ingeniería de Proteínas e Ingeniería Genética para conseguir su producción.

<b>Evidencias de aprendizaje (2)</b>	<b>Criterios de desempeño (3)</b>	<b>Actividades de aprendizaje (4)</b>	<b>Contenidos (5)</b>	<b>Recursos (6)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ejercicios con preguntas cortas y/o resoluciones de casos de los temas 4 y 5 (ver columna contenidos) para la evaluación de la adquisición de conceptos básicos y competencias, realizados en el aula y extra-aula.</li> <li>•Presentación electrónica de seminarios de los temas 4 y 5 (ver</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Desempeño en los ejercicios de evaluación de adquisición de conceptos básicos y competencias.</li> <li>•Desempeño en la exposición de los alumnos según rúbrica establecida.</li> <li>•Desempeño en la evaluación del segundo examen parcial.</li> <li>•Desempeño en la realización del</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Lectura de la bibliografía sugerida.</li> <li>•Preguntas presenciales por parte del facilitador a modo de generar discusión de los temas 4 y 5 (ver columna contenidos).</li> <li>•Ejercicios de evaluación de la adquisición de conceptos básicos y competencias realizados en el aula y extra-aula.</li> <li>•Seminarios de los</li> </ul>	<p><b>Conceptual</b></p> <p>4. Ingeniería de Proteínas mediante un diseño no racional (irracional, combinatorial): Evolución Molecular Dirigida</p> <p>5. El presente y futuro de las aplicaciones biotecnológicas de la Ingeniería de Proteínas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Material bibliográfico relacionado con el tema.</li> <li>•Plataforma NEXUS.</li> <li>•Material de apoyo audiovisual.</li> <li>•Aula equipada con apoyo audiovisual, equipo de cómputo y acceso a internet.</li> <li>•Programas de cómputo para el procesamiento de textos y diseño gráfico.</li> <li>•Bases de datos de acceso libre.</li> </ul>

columna contenidos). •Tercer examen parcial. •Presentación electrónica del Producto Integrador de Aprendizaje.	Producto Integrado de Aprendizaje según rúbrica establecida.	temas 4 y 5 (ver columna contenidos). •Producto Integrador de Aprendizaje.		•Herramientas bioinformáticas de acceso libre. •Espacios extra-aula con acceso a internet.
--	--	---	--	---

**7. Evaluación integral de procesos y productos (ponderación / evaluación sumativa).**

PRODUCTOS A CONSIDERAR	Períodos parciales			TOTAL (%)
	1er (Etapa 1A)	2do (Etapas 1B, 2 y 3A)	3er (Etapa 3B)	
PORTAFOLIO DE ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE	13	13	4	30
EXAMEN	17	17	6	40
PIA	---	---	30	30
<b>TOTAL (%)</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>100</b>

**8. Producto integrador del aprendizaje de la unidad de aprendizaje (señalado en el programa sintético).**

<b>Producto integrador:</b>	
<b>Instrucciones</b>	Diseño o rediseño y producción de una proteína de interés biomédico o industrial, en el que se propongan las estrategias experimentales requeridas para el desarrollo de la proteína como producto biotecnológico.
<b>Valor</b>	30% sobre la calificación total.
<b>Criterios de evaluación</b>	Los criterios de evaluación se definen en una rúbrica donde se pondera cuatro elementos del proyecto: 1) Explicación oral del proyecto, 2) Material de apoyo para explicar el proyecto, 3) Estrategias planteadas con detalles importantes, y 4) Respuestas a preguntas realizadas por el facilitador y/o estudiantes.
<b>Modalidad</b>	El proyecto se desarrolla por equipos, en sesiones presenciales y extra-aula, finalizando con una presentación oral ante todos los estudiantes.
<b>Medio de entrega</b>	Presentación oral ante todos los estudiantes y el facilitador, y entrega a través de la Plataforma Nexus del archivo electrónico empleado para la presentación.

**9. Fuentes de apoyo y consulta (bibliografía, hemerografía, fuentes electrónicas).****Libros:**

- C. Gómez-Moreno Caldera, J. Sancho Sanz (Coords.). Estructura de Proteínas. 2003. Editorial Ariel S.A., Barcelona
- A.M. Lesk. 2013. Introduction to Bioinformatics. 4th Ed. Oxford University Press. NY.
- D.L. Nelson, M.M. Cox. 2017. Lehninger Principles of Biochemistry. 7ta Ed. W.H. Freeman & Co (Sd).
- S. Lutz, U.T. Bornscheuer. 2009. Protein Engineering Handbook. Vol. 1 y 2. Wiley-VCH, Weinheim.
- S. Lutz, U.T. Bornscheuer. 2012. Protein Engineering Handbook. Vol. 3. Wiley-VCH, Weinheim.
- L. Alberghina. 2005. Protein Engineering in Industrial Biotechnology. Harwood Academic Publishers.
- R. Guerois, M. López de la Paz (Ed). 2006. Protein Design: Methods and Applications. Methods in Molecular Biology, Vol. 340. Humana Press Inc., Totowa, NJ

**Artículos de las revistas:**

- Protein Engineering, Design & Selection
- Current Opinion in Biotechnology
- Applied and Environmental Microbiology
- Applied Microbiology and Biotechnology
- Enzyme and Microbial Technology

**Fuentes Electrónicas**

- National Center for Biotechnology Information. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>. Accesado 28.09.2016.
- European Bioinformatics Institute - European Molecular Biology Laboratory (EBI-EMBL). <http://www.ebi.ac.uk/>. Accesado 28.09.2016.
- Protein Data Bank. <http://www.rcsb.org>, Accesado 28.09.2016.