

## 1.- DATOS DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: **Bioquímica**

Carrera: **Ingeniería Bioquímica  
Ingeniería Ambiental**

Clave de la asignatura: **AEJ-1007**

SATCA<sup>1</sup> **4 - 2 - 6**

## 2.- PRESENTACIÓN

### **Caracterización de la asignatura.**

Esta asignatura aporta al perfil profesional del Ingeniero Bioquímico e Ingeniero Ambiental, los conocimientos ( composición de la materia viviente, los fenómenos metabólicos que permiten su desarrollo y utilización en los diferentes procesos industriales), necesarios para diseñar, seleccionar, adaptar, operar, controlar, simular, optimizar y escalar equipos y procesos en los que se aprovechen de manera sustentable los recursos bióticos, identificar y aplicar tecnologías emergentes relacionadas con el campo de acción del Ingeniero Bioquímico e Ingeniero Ambiental, formular y evaluar proyectos de Ingeniería Bioquímica y Ambiental con criterios de sustentabilidad, realizar investigación científica y tecnológica en el campo de la Ingeniería Ambiental y Bioquímica difundiendo sus resultados.

Se contempla dentro del programa de la asignatura, integrar los contenidos de biomoléculas con los procesos bioquímicos en los cuales intervienen dentro de un organismo vivo, tanto desde el punto de vista estructural, propiedades, procesos anabólico y catabólico, que permitan desarrollar el quehacer profesional del Ingeniero Bioquímico e Ingeniero Ambiental. De manera adicional, esta asignatura tiene su campo de aplicación en el uso de enzimas y la bio-transformación de contaminantes, utilización de rutas metabólicas para el diseño de unidades biológicas con capacidad de degradar contaminantes orgánicos, complejos o de carácter xenobióticos.

Dado que esta materia dará soporte a otras, más directamente vinculadas con desempeños profesionales; se inserta en la primera mitad de la trayectoria escolar; después de las Químicas Orgánicas y de Termodinámica, y antes de las asignaturas a la que da soporte, como son: Bioquímica II, ya que para el abordaje de esta materia el estudiante debe contar con conocimientos de bioenergética, actividad enzimática, estructura y metabolismo de aminoácidos y carbohidratos para poder trasladarlos en la comprensión, el análisis y reflexión de los contenidos de Bioquímica II, como: degradación de aminoácidos, metabolismo de nucleótidos, funciones biológicas de los ácidos nucleicos, y mecanismo de replicación, transcripción y traducción, otra materia con la cual se relaciona es Microbiología, ya que el estudiante de Ingeniería Bioquímica debe interpretar y analizar los diferentes ciclos metabólicos, para el manejo y control de microorganismos, así como conocer y relacionar las propiedades químicas y bioquímicas de las biomoléculas con el contexto microbiano, también son necesarias para Cinética Química y Biológica ya que permite comprender la función enzimática como catalizador biológico y en consecuencia

---

<sup>1</sup> Sistema de asignación y transferencia de créditos académicos

para Ingeniería de Biorreactores.

### **Intención didáctica.**

Se organiza el temario, en siete unidades, introduciendo al estudio de la bioquímica su aplicación e importancia en la primera unidad, así como conocimiento general de la estructura, función e importancia de las biomoléculas como bases moleculares para la vida, y a los procesos metabólicos durante el desarrollo de las últimas cinco unidades.

Se inicia el curso con los antecedentes históricos y conceptuales de la bioquímica, permitiendo comprender la importancia del estudio de los procesos bioquímicos que ocurren al interior de la célula independientemente del material biológico de que se trate, se hace un recorrido a través del tiempo sobre los avances y aportaciones de esta disciplina al estudio científico y ciencias relacionadas, se analizan diversos artículos con rigor científico sobre temas de actualidad en donde se esté aplicando la bioquímica y se brindan los contenidos conceptuales sobre la estructura química, clasificación, reactividad, función e importancia de las biomoléculas que servirán de fundamento para la comprensión de los procesos bioquímicos.

En la segunda unidad se brinda los contenidos conceptuales sobre los principios químicos y termodinámicos que regulan los procesos energéticos en las células vivas, fundamentales para el metabolismo intermediario. Se analiza desde el punto de vista energético, la molécula del ATP y otras moléculas consideradas de alta energía, y se desarrollan reacciones que permiten comprender y aplicar las ecuaciones del cambio de energía libre y sistemas termodinámicos, acoplados a compuestos de alta energía.

En la tercera unidad, se profundiza en el estudio de la función biológica catalítica de algunas proteínas como son: Enzimas y Coenzimas, su función en las reacciones propias del metabolismo intermediario y los factores que afectan la acción enzimática.

La cuarta unidad comprende el estudio de las vías metabólicas de carbohidratos tanto catabólicas como anabólicas, brindando un panorama integrador de los procesos bioquímicos con los cuales se relaciona.

La quinta unidad contempla el estudio de los procesos bioquímicos relacionados con el metabolismo catabólico y anabólico de lípidos y su relación con el metabolismo de carbohidratos, como principales fuentes de almacenamiento y disposición energética.

En la sexta unidad se interpreta y analiza la relación del Ciclo de Krebs con el anabolismo y catabolismo, además, facilita la comprensión del proceso de fosforilación oxidativa y cadena de transporte de electrones.

En la última unidad se interpretan y analizan las diferentes vías metabólicas para la producción de moléculas de alta energía, su control y regulación.

El enfoque de la actividad práctica de esta materia pretende que el alumno se prepare a partir de la aplicación del método científico, para generar métodos propios que le permitan dominar los contenidos y desarrollar habilidades y actitudes propias de la investigación, tales como: observación, indagación, experimentación, análisis de resultados, elaboración de informes y aplicación de conocimientos en la solución de nuevas situaciones problemáticas, sin descartar que el alumno pueda comprobar los contenidos conceptuales

de la materia.

La lista de actividades de aprendizaje no debe ser exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos, químicos y biológicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean contruidos, artificiales, virtuales o naturales

En las actividades de aprendizaje sugeridas, se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el alumno tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso. Pero se sugiere que propongan problemas en los que el alumno se ejercite en la identificación de datos relevantes y elaboración de supuestos y en algunos casos que se planteen situaciones problemáticas en donde el estudiante a partir del análisis, reflexión y aplicación de conocimientos pueda dar una posible solución.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

### 3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

<p><b>Competencias específicas:</b></p> <p>Comprender y analizar los procesos bioquímicos que ocurren al interior de la célula.</p> <p>Comprender y aplicar los contenidos conceptuales sobre los principios químicos y termodinámicos que regulan los procesos energéticos en las células.</p> <p>Interpretar y analizar la función biológica catalítica de algunas proteínas como son: Enzimas y Coenzimas y su función en las reacciones propias del metabolismo intermediario y los factores que afectan la acción enzimática.</p> <p>Comprender, relacionar y aplicar las vías metabólicas de carbohidratos tanto catabólicas como anabólicas, brindando un panorama integrador de los procesos bioquímicos.</p> <p>Comprender, relacionar y aplicar las vías metabólicas de lípidos tanto catabólicas como anabólicas, brindando un panorama integrador de los procesos bioquímicos.</p> <p>Comprender, interpretar y analizar la relación del Ciclo de Krebs con el anabolismo y catabolismo, el proceso de fosforilación oxidativa y la cadena de transporte de electrones.</p> <p>Interpretar y analizar las diferentes vías metabólicas para la producción de moléculas de alta energía, su control y regulación.</p>	<p><b>Competencias genéricas:</b></p> <p><b>Competencias instrumentales</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de análisis y síntesis</li><li>• Capacidad de organizar y planificar</li><li>• Conocimientos básicos de la carrera</li><li>• Comunicación oral y escrita en su propia lengua</li><li>• Conocimiento de Inglés como segunda lengua</li><li>• Habilidades básicas de manejo de la computadora</li><li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li><li>• Solución de problemas</li><li>• Toma de decisiones.</li></ul> <p><b>Competencias interpersonales</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad crítica y autocrítica</li><li>• Trabajo en equipo</li><li>• Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario</li><li>• Apreciación de la diversidad y multiculturalidad</li><li>• Habilidades interpersonales</li></ul> <p><b>Competencias sistémicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li><li>• Habilidades de investigación</li><li>• Capacidad de aprender</li><li>• Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)</li><li>• Liderazgo</li><li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li><li>• Capacidad para diseñar y gestionar proyectos</li><li>• Iniciativa y espíritu emprendedor</li><li>• Búsqueda del logro.</li></ul>
---	---

#### 4.- HISTORIA DEL PROGRAMA

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico de Villahermosa, del 7 al 11 de septiembre de 2009.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Celaya, Culiacán, Durango, Mérida, Morelia, Tehuacán, Tepic, Tijuana, Tuxtepec, Veracruz y Villahermosa	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de la carrera de Ingeniería Bioquímica, del Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica
Instituto Tecnológico de Villahermosa, del 14 de septiembre al 5 de febrero 2010.	Representante de la Academia de Ingeniería Bioquímica.	Análisis, enriquecimiento y elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para la Formación y Desarrollo de Competencias Profesionales de la carrera de Ingeniería Bioquímica, del Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica.
Instituto Tecnológico de Aguascalientes, del 15 al 18 de junio del 2010.	Representante de los Institutos Tecnológicos de Tuxtepec, Tijuana, Saltillo, Zacatecas, Mérida, Veracruz, Celaya, Aguascalientes, Orizaba, Superior de Poza Rica, Superior de Tamaulipas de Giordano, Superior de Tamaulipas de Tacámbaro, Superior de Irapuato, Superior de Coahuila de Zaragoza y Superior de Venustiano Carranza	Reunión Nacional de Fortalecimiento Curricular de las Asignaturas Comunes por área de conocimiento para los planes de estudios actualizados del SNEST.

#### 5.- OBJETIVO(S) GENERAL(ES) DEL CURSO

Conocer la composición molecular de los materiales bióticos, analizar los fenómenos bioquímicos identificando la relación entre la estructura química y función de los sistemas biológicos, y vinculándolos con el estudio integral y comprensión del metabolismo para su aplicación en el aprovechamiento de recursos bióticos.

#### 6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Emplear adecuadamente conocimientos sobre estructura y función celular.
- Utilizar conceptos básicos sobre estructura y propiedades de los compuestos orgánicos.

- Aplicar conceptos básicos sobre termodinámica.
- Identificar y aplicar correctamente los mecanismos de reacción.

## 7.- TEMARIO

Unidad	Temas	Subtemas
1	Fundamentos de la Bioquímica	1.1 Fundamentos <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1.1 Antecedentes</li> <li>1.1.2 Ciencias auxiliares</li> <li>1.1.3 Actualidades</li> </ul> 1.2 Bases moleculares <ul style="list-style-type: none"> <li>1.2.1 Proteínas               <ul style="list-style-type: none"> <li>1.2.1.1 Aminoácidos (estructura, clasificación, propiedades, estereoquímica y métodos de obtención)</li> <li>1.2.1.2 Péptidos (estructura, nomenclatura, síntesis e importancia)</li> <li>1.2.1.2 Proteínas (Estructura, función e importancia)</li> </ul> </li> <li>1.2.2 Carbohidratos               <ul style="list-style-type: none"> <li>1.2.2.1 Estructura, clasificación, propiedades</li> <li>1.2.2.2 Glicosidos (enlaces, clasificación, características, métodos de obtención, hidrólisis)</li> </ul> </li> <li>1.2.3 Lípidos               <ul style="list-style-type: none"> <li>1.2.3.1 Estructura, clasificación y propiedades</li> </ul> </li> <li>1.2.4 Ácidos Nucleicos               <ul style="list-style-type: none"> <li>1.2.4.1 Estructura, clasificación y propiedades</li> </ul> </li> </ul>
2	Bioenergética	2.1 Conceptualización <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1.1 Termodinámica               <ul style="list-style-type: none"> <li>1.2.1.1 Primera ley de termodinámica</li> <li>1.2.1.2 Segunda ley de termodinámica</li> </ul> </li> </ul> 2.2 Energía libre 2.3 Cambios de energía libre estándar 2.4 Reacciones acopladas 2.5 Reacciones de oxidación-reducción 2.6 ATP y compuestos de alta energía
3	Enzimas	3.1 Enzimas y coenzimas 3.2 Clasificación y nomenclatura de enzimas 3.3 Coenzimas y cofactores 3.4 Factores que afectan la velocidad de las reacciones enzimáticas 3.5 Enzimas reguladas y no reguladas, propiedades generales 3.6 Principales coenzimas

4	Metabolismo de Carbohidratos	<ul style="list-style-type: none"> <li>4.1 Metabolismo (anabolismo y catabolismo) <ul style="list-style-type: none"> <li>4.1.1 Categorías del metabolismo</li> <li>4.1.2 Las tres etapas del metabolismo</li> <li>4.1.3 Principales pasos metabólicos</li> </ul> </li> <li>4.2 Glucolisis <ul style="list-style-type: none"> <li>4.2.1 Vía glicolítica</li> <li>4.2.2 Balance global de la vía glicolítica</li> <li>4.2.3 Regulación de la glucolisis</li> <li>4.2.4 Entrada de otros azúcares en la vía glicolítica</li> </ul> </li> <li>4.3 Gluconeogénesis <ul style="list-style-type: none"> <li>4.3.1 Reacciones sustratos y Regulación</li> </ul> </li> <li>4.4 Metabolismo del glicógeno <ul style="list-style-type: none"> <li>4.4.1 Degradación, biosíntesis y Regulación</li> </ul> </li> <li>4.5 Ciclo de Calvin <ul style="list-style-type: none"> <li>4.5.1 Obtención de Glucosa</li> <li>4.5.2 Reacciones y regulación</li> <li>4.5.3 Fotorespiración y ciclo C-4</li> </ul> </li> <li>4.6 Vía de las pentosas fosfato <ul style="list-style-type: none"> <li>4.6.1 Balance energético</li> <li>4.6.2 Regulación</li> </ul> </li> </ul>
5	Metabolismo de Lípidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>5.1 Oxidación de ácidos grasos <ul style="list-style-type: none"> <li>5.1.1 Experimentos preliminares</li> <li>5.1.2 Activación y transporte en mitocondria</li> <li>5.1.3 La vía de la beta oxidación</li> <li>5.1.4 Oxidación de ácidos grasos saturados e insaturados</li> <li>5.1.5 Oxidación de ácidos grasos impares</li> <li>5.1.6 Regulación de la oxidación de ácidos grasos</li> <li>5.1.7 Beta-oxidación de ácidos grasos en peroxisomas</li> <li>5.1.8 Cuerpos cetónicos</li> </ul> </li> <li>5.2 Biosíntesis de ácidos grasos <ul style="list-style-type: none"> <li>5.2.1 Relación con el metabolismo de carbohidratos</li> <li>5.2.2 Experimentos preliminares</li> <li>5.2.3 Biosíntesis de palmitato a partir de Acetil-CoA</li> <li>5.2.4 Elongación de ácidos grasos</li> <li>5.2.5 Desaturación de ácidos grasos</li> <li>5.2.6 Regulación</li> </ul> </li> <li>5.3 Triacilgliceroles <ul style="list-style-type: none"> <li>5.3.1 Digestión y Absorción</li> <li>5.3.2 Transporte: lipoproteínas</li> <li>5.3.3 Movilización de la grasa almacenada: lipólisis</li> </ul> </li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>5.3.4 Biosíntesis</li> <li>5.4 Metabolismo de lípidos de membrana <ul style="list-style-type: none"> <li>5.4.1 Metabolismo de fosfoglicéridos</li> <li>5.4.2 Metabolismo de esfingolípidos</li> <li>5.4.3 Metabolismo de esteroides <ul style="list-style-type: none"> <li>5.4.3.1 Biosíntesis de colesterol</li> <li>5.4.3.2 Transporte y utilización</li> <li>5.4.3.3 Ácidos biliares</li> <li>5.4.3.4 Hormonas esteroidales</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
6	Acido Cítrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>6.1 Ciclo del ácido cítrico <ul style="list-style-type: none"> <li>6.1.1 Conversión de piruvato a acetil-CoA.: sistema piruvato-deshidrogenasa</li> <li>6.1.2 Reacciones del ciclo del ácido cítrico. <ul style="list-style-type: none"> <li>6.1.2.1 Enzimas participantes</li> <li>6.1.2.2 Marcaje isotópico del ciclo</li> <li>6.1.2.3 Balance energético</li> </ul> </li> <li>6.1.2.4 Naturaleza anfibólica del ciclo <ul style="list-style-type: none"> <li>6.1.2.5 Reacciones anapleróticas</li> <li>6.1.2.6 Regulación del ciclo del ácido cítrico</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>6.1.3 Ciclo del glioxilato <ul style="list-style-type: none"> <li>6.1.3.1 Reacciones del ciclo</li> <li>6.1.3.2 Relación con la síntesis de glucosa</li> </ul> </li> </ul>
7	Fosforilación oxidativa y fotofosforilación	<ul style="list-style-type: none"> <li>7.1 Fosforilación oxidativa <ul style="list-style-type: none"> <li>7.1.1 Cadena de transporte de electrones</li> <li>7.1.2 Sistema Mitocondrial</li> <li>7.1.3 Balances energéticos</li> <li>7.1.4 Agentes desacoplantes e inhibidores</li> <li>7.1.5 Modelos para explicar la fosforilación oxidativa <ul style="list-style-type: none"> <li>7.1.5.1 La teoría quimioosmótica</li> <li>7.1.5.2 ATP sintasas</li> </ul> </li> <li>7.1.6 Control de fosforilación oxidativa</li> <li>7.1.7 La oxidación completa de glucosa</li> <li>7.1.8 La oxidación completa de un ácido graso</li> <li>7.1.9 Estrés oxidativo <ul style="list-style-type: none"> <li>7.1.9.1 Especies reactivas de oxígeno (ERO)</li> <li>7.1.9.2 Formación de ERO</li> <li>7.1.9.3 Sistemas de enzimas antioxidantes</li> <li>7.1.9.4 Moléculas antioxidantes</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>7.2 Fotofosforilación <ul style="list-style-type: none"> <li>7.2.1 Clorofila y cloroplastos <ul style="list-style-type: none"> <li>7.2.1.1 Luz</li> <li>7.2.1.2 Cadena de transporte de</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>



		electrones, fotosintética, reacciones luminosas 7.2.2 Regulación de la fotosíntesis
--	--	---

## 8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

El profesor deberá poseer el perfil de la asignatura que está bajo su responsabilidad, conocer su origen, desarrollo histórico, actualización, y contextos en el ámbito ambiental, así como conocer las innovaciones emergentes en el área para abordar los diferentes temas.

- Propiciar actividades de metacognición. Ante la ejecución de cualquier actividad el profesor deberá señalar no solo el objetivo profesional sino también las competencias o competencia a desarrollar y señalar el proceso intelectual implicado: una identificación de patrones, un análisis, una síntesis, la creación de un heurístico, etc. Al principio lo hará el profesor, luego será el alumno quien lo identifique. Ejemplos: reconocer la relación de la estructura y la función de los carbohidratos, biomoléculas, etc., y sus transformaciones (rutas bioquímicas) así como su regulación en el contexto del ambiente o ingeniería ambiental partir de una serie de actividades de búsqueda, lecturas dirigidas y prácticas especializadas, observaciones de campo etc.
- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes utilizando herramientas informáticas (NTICs) o clásicas. Ejemplo: buscar y contrastar definiciones carbohidratos, biomoléculas, lípidos, proteínas, etc., relacionando sus semejanzas pero a la vez identificando su independencia no solo estructural sino funcional “per se” y en el ambiente, así como sus factores físicos, químicos, ambientales que le afectan.
- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes, necesarias dentro del proceso de investigación que la asignatura requiere y que el estudiante lleva a cabo como parte de su aprendizaje y profundización de conocimientos.
- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de los contenidos de la asignatura, que facilite la inducción al conocimiento de los modelos moleculares y la interacción metabólica para la comprensión del metabolismo intermediario en conjunto.
- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de habilidades experimentales, necesarias para el manejo de equipos automatizados.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Propiciar, en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y la solución de problemas, lo cual permite lograr la visión en conjunto e integrada del metabolismo intermediario.
- Llevar a cabo actividades prácticas que promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: observación, identificación, manejo y control de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis, de trabajo en equipo.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura, como: desarrollo de mapas, modelos moleculares y elaboración de modelos simuladores de estructuras y reacciones bioquímicas.
- Propiciar el uso adecuado de conceptos, de terminología científico-tecnológica y nomenclatura bioquímica.
- Relacionar los contenidos de la asignatura, así como con las prácticas de una ingeniería con enfoque sustentable, con el cuidado del medio ambiente.
- Observar, analizar y dar solución a fenómenos y problemáticas propias del campo profesional.

- Cuando los temas lo requieran, utilizar medios audiovisuales para una mejor comprensión del estudiante.

## 9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje, haciendo especial énfasis en:

- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Productos de aprendizaje, tales como: esquemas, modelos, mapas, ensayos, reportes de experimentos, solución de problemas, portafolio de evidencias e informes de investigación.
- Exposición de temas específicos, utilizando para su evaluación rubrica y/o escalas.
- Evaluación de los acuerdos y compromisos establecidos al inicio del curso relacionados con el ser, como: compromiso, participación, colaboración, respeto y ética.
- Desarrollo de habilidades y destrezas como el trabajo en el laboratorio.
- Se sugiere utilizar modelos de evaluación por competencias como ejemplo el modelo de matriz analítica con niveles: ejemplo inicial-receptivo, básico, autónomo, etc., para evaluar desde la recepción de la información hasta el nivel de adquisiciones de la competencia. Evaluando en la matriz también su estrategia de búsqueda, los tipos de fuentes citadas, la organización de la información, conceptos, mapas conceptuales, etc.
- Evaluar el nivel básico a través de revisar sus mapas conceptuales y tablas comparativas y bajo criterios tales como: argumenta y entiende los diferentes conceptos de las biomoléculas, carbohidratos, lípidos, etc., incluyendo sus definiciones, clasificación y características centrales.
- Evaluar su competencia de trabajar en equipo ó en forma autónoma, así como de expresar sus ideas, describir los conceptos, y criticar las ideas de los demás, ejemplo, en coloquios de discusión.
- Durante el curso se le pueden pedir en las diferentes unidades evidencias de aprendizaje como mapas mentales y conceptuales, matrices de búsqueda en internet, fuentes primarias y secundarias de los temas asignados, reportes de prácticas, resúmenes, exámenes escritos, presentaciones en powerpoint u otra herramienta.
- Evaluar sus capacidades de hacer uso del conocimiento para calcular parámetros o variables por ejemplo: pH, pK, pKa y pKb, tomando como criterios tales como: el planteamiento del problema a resolver, la metodología empleada, el desarrollo de la metodología, el resultado cuantitativo obtenido, así como la interpretación del resultado.
- Evaluar sus capacidades de hacer uso del conocimiento mediante la realización de prácticas de laboratorio denominada practicas especializadas donde el alumno realizara sus prácticas en compañía del tutor o facilitador con un nivel de operativo de solo observando o teniendo participación procedimental en forma parcial o total durante la práctica. Las rubricas y criterios a evaluar podrán ser: desde su asistencia a la práctica, su desempeño operativo, manejo de instrumentación o equipo especializado, cálculos matemáticos e interpretación de los resultados. Adicionalmente se le podrá evaluar también la entrega de un reporte de práctica cumpliendo con la estructura y tiempos señalados por el facilitador previamente.
- Se le puede evaluar el nivel de autonomía alcanzado por ejemplo cuando realice exploraciones de campo para conseguir la información solicitada teniendo como rubricas o criterios de evaluación, su planeación y estrategia de búsqueda y obtención de la información, así como el análisis del mismo. Como evidencia a evaluar también se

entregara los formatos de encuestas, entrevistas realizadas y el análisis de la información de manera escrita o verbal.

- Se podrá evaluar el manejo de un segundo idioma a través de entregar resúmenes, mapas conceptuales, ensayos, a partir de documentos, libros y revista en ingles, así como también se le puede evaluar el uso herramientas informáticas o software especializados teniendo como evidencias el producto final entregado en tiempo y forma.

## 10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE

### Unidad 1: Fundamentos de la Bioquímica

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Comprender y analizar los procesos bioquímicos que ocurren al interior de la célula.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Generar investigación sobre estudios científicos que dieron origen, ciencias auxiliares y campo de aplicación de la bioquímica.</li><li>• Discutir sobre las investigaciones que originaron la bioquímica y generar una clasificación por área de conocimiento para identificar ciencias auxiliares.</li><li>• Reconocer el campo de aplicación e identificar casos específicos del entorno donde se aplique la bioquímica.</li><li>• Elaborar modelos representativos de las biomoléculas, que permitan identificar y representar la estructura de los aminoácidos, reconociendo su C<math>\alpha</math>, grupo amino y carboxílico, conformación estructural en aminoácidos, monosacáridos y ácidos grasos, formación de enlaces peptídicos, estructura primaria, secundaria y terciaria de proteínas, y ácidos nucleicos.</li></ul>

### Unidad 2: Bioenergética

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Comprender y aplicar los contenidos conceptuales sobre los principios químicos y termodinámicos que regulan los procesos energéticos en las células.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Recordar términos termodinámicos y generar ejemplos de aplicación relacionados con sistemas bióticos.</li><li>• Deducir ecuaciones de estado termodinámico aplicables a la bioenergética.</li><li>• Aplicar terminología y simbología en la resolución de ejercicios de Cambio de energía libre estándar.</li><li>• Analizar a la molécula del ATP y reflexionar en su función energética, y contrastar con otros compuestos de alta energía.</li><li>• Diferenciar procesos bioenergéticos asociados a reacciones acopladas a compuestos de alta energía: dependiente e independientes.</li><li>• Realizar experimentos que permitan la comprensión de reacción exo y endotérmica, primera y segunda ley de la termodinámica utilizando materiales comunes y sistemas bióticos.</li></ul>

### Unidad 3: Enzimas y Coenzimas

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
--------------------------------------	----------------------------

<p>Interpretar y analizar la función biológica catalítica de algunas proteínas como son: Enzimas y Coenzimas y su función en las reacciones propias del metabolismo intermediario y los factores que afectan la acción enzimática.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generar investigación sobre: estructura, función e importancia biológica de las proteínas y analizarla en forma grupal resaltando la función catalítica para direccionar el contenido al aprendizaje de enzimas y coenzimas.</li> <li>• Citar ejemplos de reacciones que representen los seis grupos de enzimas e identificar el tipo de enzima que actúa señalando su nomenclatura.</li> <li>• Realizar investigaciones sobre el sistema de codificación de la ECIC, y aplicarla a casos específicos.</li> <li>• Conocer los aportes que los cofactores inorgánicos y orgánicos brindan a la actividad enzimática, analizando alguna vías del metabolismo intermediario para identificar casos específicos en donde además de la enzima este actuando un cofactor.</li> <li>• Realizar experimentos que permitan identificar y analizar los factores que modifican la actividad enzimática, utilizando materiales diversos y enzimas comunes como amilasa, catalasa, proteasas, entre otras.</li> <li>• Analizar resultados obtenidos vía experimental para identificar las principales variables que modifican la velocidad de reacciones enzimática.</li> <li>• Realizar investigación sobre regulación enzimática, y propiedades generales de enzimas reguladas y no reguladas.</li> <li>• Efectuar foro de análisis y discusión sobre principales coenzimas y su función.</li> </ul>
--	--

#### Unidad 4. Metabolismo de Carbohidratos

<b>Competencia específica a desarrollar</b>	<b>Actividades de Aprendizaje</b>
<p>Comprender, relacionar y aplicar las vías metabólicas de carbohidratos tanto catabólicas como anabólicas, brindando un panorama integrador de los procesos bioquímicos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer desde una perspectiva general las categorías y etapas de metabolismo, y realizar utilizando el diagrama general del metabolismo intermediario para reconocer las diferentes vías, las etapas, y su integración como tal.</li> <li>• Conocer la vía degradativa de carbohidratos, identificar sus enzimas, coenzimas o cofactores, su balance energético, y analizar los mecanismos de reacción durante el catabolismo hasta piruvato.</li> <li>• Realizar un análisis comparativo de la gluconeogenesis, como vía sintética inversa a la glucolisis, reconociendo los puntos de reacción que permiten a esta vía ser espontánea o termodinámicamente favorable en relación la vía degradativa.</li> <li>• Investigar sobre la importancia de la vía</li> </ul>

	<p>catabólica y anabólica de los carbohidratos y generar discusión grupal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los mecanismos de degradación, síntesis y regulación del glucógeno elaborando un diagrama que comprenda las rutas, las enzimas y los procesos energéticos.</li> <li>• Analizar la vía de las pentosas fosfato, ubicando sus productos en relación a las tres fases del metabolismo intermediario, y como precursores de otras vías metabólicas importantes, como por ejemplo: síntesis de nucleótidos.</li> <li>• Conocer y analizar el Ciclo de Calvin, identificando sus dos fases, sus productos, y y la recuperación de sustratos, realizando además el balance general.</li> </ul>
--	---

### Unidad 5. Metabolismo de Lípidos

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Comprender, relacionar y aplicar las vías metabólicas de lípidos tanto catabólicas como anabólicas, brindando un panorama integrador de los procesos bioquímicos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer la importancia del proceso de degradación y síntesis de lípidos en los organismos vivos y compartir opiniones en forma grupal sobre la relación de ambas vías.</li> <li>• Analizar la activación y el transporte de ácidos grasos en la mitocondria para incorporarse a la <math>\beta</math>-oxidación.</li> <li>• Conocer y analizar las <math>\beta</math>-oxidación de ácidos grasos de cadena par, impar, saturados e insaturados, como se regula la oxidación visualizando de manera general su participación en la formación de cuerpos cetónicos.</li> <li>• Realizar ejercicios de reacciones de <math>\beta</math>-oxidación, dado un ácido graso.</li> <li>• Conocer y analizar la biosíntesis de ácidos grasos y realizar un análisis comparativo de la <math>\beta</math>-oxidación y la biosíntesis, como vías inversas, reconociendo las diferencias que permiten a estas vías realizarse en forma favorable en un organismo.</li> <li>• Realizar las reacciones de la biosíntesis de un ácido graso y relacionar el proceso en un mismo esquema con la <math>\beta</math>-oxidación del ácido graso seleccionado.</li> <li>• Identificar los mecanismos regulación de la degradación y síntesis de lípidos.</li> <li>• Conocer como se realiza la digestión y absorción de grasas en el organismo, así como el transporte y movilización de la grasa almacenada.</li> <li>• Conocer y analizar la síntesis de triacilgliceroles y su relación con la síntesis de glicerofosfolípidos.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer las rutas del metabolismo de fosfoglicéridos y esfingolípidos analizando en forma general.</li> <li>• Identificar las etapas del metabolismo de esteroides, estudiando a detalle las reacciones de la biosíntesis de colesterol, su transporte y utilización y su relación con la producción de ácidos biliares y hormonas esteroidales</li> <li>• Propiciar la interpretación y análisis mediante la relación de los procesos de obtención de: <i>ácidos grasos, triacilgliceroles</i>, fosfoglicéridos, y esteroides</li> <li>• Realizar experimentos para determinen la presencia de lípidos y sus propiedades dentro de los procesos metabólicos</li> </ul>
--	--

### Unidad 6. Acido Cítrico

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
<p>Comprender, interpretar y analizar la relación del Ciclo de Krebs con el anabolismo y catabolismo, el proceso de fosforilación oxidativa y la cadena de transporte de electrones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar la relación de los procesos de glucolisis y oxidación de ácidos grasos con el ciclo del ácido cítrico.</li> <li>• Conocer el proceso de conversión de piruvato a acetil-CoA mediante la vía piruvato-deshidrogenasa, identificando el complejo enzimático participante en esta vía.</li> <li>• Solicitar investigación y organizar exposición sobre: reacciones anapleróticas y anfibólicas y puntos de regulación del ciclo de Krebs.</li> <li>• Investigar las reacciones del ciclo del glioxilato, y su relación con el ciclo del ácido cítrico, analizando la información en sesión grupal.</li> <li>• Solicitar la representación gráfica el ciclo del Glioxilato, contrastarlo en el esquema con el ciclo del ácido cítrico y distinguir la relación entre los mismos</li> <li>• Relacionar, el ciclo del ácido cítrico y el ciclo del glioxilato con la síntesis de glucosa.</li> <li>• Analizar en conjunto el ciclo del Acido Cítrico y su relación con la tercera fase del metabolismo.</li> <li>• Organizar una dinámica grupal en la que mediante la participación de los alumnos se represente en forma simbólica el ciclo del ácido cítrico, identificando la función de las enzimas participantes, y los mecanismos de reacción del ciclo.</li> <li>• Exponer la relación existente entre la síntesis de Glucosa, y el ciclo del glicoxilato.</li> <li>• Realizar experimentos para obtener y cuantificar ácido cítrico en diferentes muestras biológicas.</li> </ul>



## Unidad 7: Fosforilación Oxidativa y Fotofosforilación.

Competencia específica a desarrollar	Actividades de Aprendizaje
Interpretar y analizar las diferentes vías metabólicas para la producción de moléculas de alta energía, su control y regulación.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Conocer los principales modelos que explican la fosforilación oxidativa.</li><li>• Investigar sobre las características de las moléculas que participan en la cadena de transporte de electrones en base a las diferencias de potencial de media celda entre los transportadores adyacentes.</li><li>• Realizar esquemas desarrollados de la fosforilación oxidativa para identificar los puntos de inhibición y la función de los agentes desacoplantes.</li><li>• Realizar búsqueda en internet de esquemas animados que permitan una mejor comprensión de las vías de fosforilación oxidativa y su relación con la oxidación completa de la glucosa, ácidos grasos y aminoácidos con el proceso de fosforilación oxidativa.</li><li>• Conocer el proceso de fotofosforilación.</li><li>• Realizar ejercicios de identificación de procesos involucrados con los fotosistemas y la fotofosforilación.</li></ul>

## 11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

- Aguilar M.I. 2004. HPLC of Peptides and Proteins: Methods and Protocols. Human Press. ISBN 0-89603-977-3 (alk. Paper).
- Alberts G. "Biología Celular y Molecular", Edit. Interamericana, 4ª edición en español, 1999.
- Berg, J.M., J.L. Tymoczko y L. Strayer. Bioquímica. Sexta edición. Ed. Reverté. 2008.
- Bohinski, Robert C. Bioquímica. México, D.F. 5a. ed. Pearson Educación, 1998.
- Bommarius A.S and Riebel B.R.2004. "Biocatalysis". Fundamentals and Applications. Copyright © 2004 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim ISBN: 3-527-30344-8.
- Bugg T.D.H. 2004. Introduction to Enzyme and Coenzyme Chemistry. ISBN 1-4051-1452-5. Celular. Segunda edición. Ed. Omega. 2002.
- Campbell, Mary F. y Farrell, Shawn O. Bioquímica. México, DF. 4a. ed. Internacional Thomson editors, 2004.
- Conn, Eric. E. y Stumpf, P.K. Bioquímica Fundamental. México, DF. 3a. ed. Limusa. 1991.
- Cox, M.M. y D.L. Nelson. Lehninger: principios de bioquímica. Primera edición.
- D'Ocón Navaza, M. de C., M.S. García García-Saavedra y S.C. Vicente García.
- Denisson Clive. 2002. A guide to protein isolation. Kluwer Academic Publishers. New York, Boston, Dordrecht, London and Moscow. eBook ISBN: 0-306-46868-9. Print ISBN: 0-792-35751-5. Ed. Omega. 2009.
- Devlin, T.M. Bioquímica. Libro de texto con aplicaciones clínicas. México, DF. 5a ed. Reverté S.A. 2004.
- Elliot, W.H. Bioquímica y biología celular. Primera edición. Ed. Ariel. 2002.
- Epstein, Richard J. Human Molecular Biology: An Introduction to the Molecular basis of health and disease. Cambridge University Press, 2002.
- Gumpert R.I., Deis F.H., Gerber N.C. 2002. Student Companion to accompany Biochemistry. W. H. Freeman and Company New York eISBN: 0-7167-9758-5.
- Henry C. Vogel H.C and Todaro C.L. 1997. Fermentation and Biochemical Engineering. Handbook : Principles, Process Design, and Equipment Heinkel Filtering Systems, Inc. NOYES PUBLICATIONS.
- Hicks, J. J. Bioquímica, Primera edición, Editorial Mc Graw Hill, México, D. F. 2001.
- Horton H. R. et al., "Bioquímica". Edit. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. México D.F. 1995. ISBN-10: 0-387-34433-0 ISBN-13: 978-0-387-34433-1. J. Chem. Biotechnol. 77:865-870 (online 2002).
- Kee, Mc. Y Mc. Kee. Bioquímica, La base molecular de la vida. Tercera edición. Ed. Mc. Graw Hill. 2003.
- Koolman J and Roehm K.H.,. 2005. Color Atlas of Biochemistry. ISBN 3-13-100372-3 (GTV) ISBN 1-58890-247-1 (TNY).
- Lehninger, Albert L. Bioquímica: Las bases moleculares de la estructura y función celular. Barcelona, España: 2a ed. Omega, 2002.
- Lewin, Benjamín. Genes. México, DF: 3a. ed. Reverté S.A. 1991.
- Mandigan, Martinko y Parker. Brock. "Biología de los Microorganismos". Octava Edición en español, Editorial Prentice Hall, 1998.
- Mathews, K.E Van Holde y K.G. Ahren. Bioquímica. México, DF.: 3a. ed. Addison Wesley, 1992.
- Neji G. y Lami, K., Nabil S. y Moncef Nasri. Biological treatment of saline
- Nelson David L., Cox Michael M., Lehninger Principios de Bioquímica, Cuarta Edición, Editorial Omega, Barcelona, España, 2006.

- Pastemak, Jack J. Molecular Biotechnology: Principles and applications of recombinent DNA. American Society for Microbiology. 3a. ed., 2003.
- Peña Díaz A. et al., "Bioquímica", Ed. Limusa-Noriega, México, D.F. 1996.
- Rajni Hutti-Kaul and Bo Mattiasson. 2003. Isolation and Purification of Proteins. ISBN: 0-8247-0726-5. review. Review paper. Bioresource Technology. 83:1-11. 2002
- Ruberto, L. S. Vázquez, A. Lo Balbo y W. Mac Cormack. Biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos utilizando bacterias antárticas microtolerantes.
- Said Elnashaie and Frank Uhlig. 2007. Numerical Techniques for Chemical and Biological Engineers. Using MATLAB. Springer Science +Business Media, LLC.
- Stryer, L. Bioquímica. Barcelona, España.: 5a ed. Reverté, S.A., 2004.
- Tsung Min Kuo and Harold W. Gardner. 2002. Lipid Biotechnology. Marcel Dekker, Inc. ISBN: 0-8247-0619-6.
- V. Melo y O. Cuamatzi "Bioquímica de los procesos metabólicos", Primera edición, Editorial reverté ediciones-UAM Xochimilco, 2004.
- Voet Donald, Voet Judith G, Bioquímica, Tercera Edición, Editorial Medica Panamericana, Buenos Aires, Argentina. 2006.
- Voet, D. y J.G. Voet. Bioquímica. Ed. Panamericana. 2002. Wastewater from marine-products processing factories by a fixed-bed reactor.
- Yarmush Martín L., Toner Methmet., Plonsey R., Brozino J.D. 2005. Biotechnology for Biomedical Engineers. CRC Press., ISBN 0-8493-1811-4 (alk. paper). ISBN 0-203-00903-7 Master e-book ISBN. Cox, M.M. y D.L. Nelson. Lehninger: principios de bioquímica. Primera edición. Ed. Omega. 2009.
- Ye Sun, J. Ch. Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a

### **Textos electrónicos, bases de datos y programas informáticos**

*Biblioteca Digital UNAM (México) [en línea]: catalogo digital de la Universidad Nacional Autónoma de México. Colección Bioquímica < <http://bidi.unam.mx> > [Consulta:21 de Octubre 2009]*

*Biblioteca Electrónica Universia (México) [en línea]: catalogo digital de la Red Universia. Colección Bioquímica <<http://www1.universia.net/CatalogaXXI/C10010PPVEII1/S10063/P10398NN1/INDEX.HTML> > [Consulta:21 de Octubre 2009]*

*Universidad Autonoma de Chihuahua Manual de Prácticas de Bioquímica, Dr. Claudio Arzola y M.C. Celia Holguín Licón, Chihuahua, México Facultad de Zootecnia, Manual, disponible en línea [http://comunidad.uach.mx/carzola/MANUAL\\_PRACT\\_BIOQUIMICA.pdf](http://comunidad.uach.mx/carzola/MANUAL_PRACT_BIOQUIMICA.pdf), consultado el día 21 de octubre de 2009.*

*<http://clubdelquimico.blogspot.com/2008/05/manual-de-practicas-de-bioquimica.html>*

## 12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

1. Cambios de energía, utilizando procedimientos sencillos como preparar soluciones o mezclas que generen reacciones endo y exotérmicas, aplicar energía sobre un objeto a fin de generar trabajo mecánico, observar el fenómeno de transformación energética, y realizando trabajo físico para analizar el gasto y equilibrio energético, aplicar y comprobar los temas teóricos relacionados con bioenergética.
2. Propiedades fisicoquímicas de los aminoácidos, identificar las características fisicoquímicas a partir de pruebas sencillas como Ninhidrina, cromatografía de papel, y Adamkiewics.
3. Investigación de la catalasa, Identificar la acción catalítica de las enzimas, al actuar sobre un sustrato utilizando cofactores y reconociendo la acción de los inhibidores.
4. Cinética Enzimática. Determinar los factores físicos y químicos que afectan la velocidad enzimática, manejar variables y elaborar graficas que permitan calcular la Km.
5. Identificación de carbohidratos, poder diferenciar la estructura y propiedades de mono, di y polisacáridos mediante pruebas coloreadas sencillas como Fehling, Tollens, Selliwanoff, Bial, y Barfoed
6. Calorimetría. Determinar el metabolismo basal, explicar la biotransformación de la glucosa como ocurre su catabolismo a través de la glucolisis, descarboxilación del piruvato y ciclo de Krebs y calcular el gasto calórico.
7. Extracción y caracterización de lípidos, aplicar método de extracción de grasas, como por ejemplo Soxhelt, y realizar pruebas de caracterización como, solubilidad, emulsificación, saponificación entre otras.
8. Acido cítrico, obtención de acido cítrico a partir de frutas y realizar pruebas de caracterización.
9. Aislamiento de ATP y estudio de sus propiedades.

## PRACTICAS SUGERIDAS PARA INGENIERÍA AMBIENTAL.

10. Separación, identificación y análisis de carbohidratos a partir de muestras ambientales, suelo, agua, sólidos. La identificación podrá ser cualitativa o cuantitativa.
11. Separación, identificación y análisis de lípidos (FLPs) y ácidos grasos (FAME's) por cromatografía de gases a partir de muestras ambientales, como aguas residuales, bacterias gran positivas y negativas y suelo contaminado.
12. Separación, identificación y análisis de aminoácidos, péptidos y proteínas por electroforesis uni y bidimensional, y el análisis con pruebas demostrativas de "westernblot" o "ELISA".
13. Análisis de actividades enzimáticas y cinética enzimática. Realizar cinéticas de degradación de contaminantes que son usados como fuentes de carbono y energía haciendo extracciones simples de las enzimas involucradas a través del tiempo.
14. Para las prueba de fotosíntesis se podrá Determinar las diferentes tipos de clorofila a partir de plantas y sistemas de tratamiento de aguas residuales.
15. Practica de biotecnología ambiental donde involucre el uso de organismos vivos para la degradación, transformación y remoción de un contaminante en sistemas tales como: agua, aire, suelos y sólidos principalmente.
16. Para las rutas bioquímicas seguir metabolitos primarios o intermediarios metabólicos de algún contaminante (esta práctica puede ser integrada con biotecnología ambiental), é identificarlos mediante HPLC o Cromatografía de Gases.