



**Bioquímica**  
*Programa de estudio*

Octubre de 2006



**B @ UNAM**

**Asignatura: Bioquímica**

Plan:	2006	Créditos:	10
Bachillerato:	Módulo I	Tiempo de dedicación total:	80 horas
Carácter:	Optativo	Clave:	

### **Propósito general**

El alumno será capaz de conocer la terminología fundamental de la Bioquímica para disponer de las bases suficientes para organizar el conocimiento y comprender el proceso fisiológico en estudio; integrar y profundizar los contenidos de la Bioquímica, la Fisiología y la Nutrición estudiados, para aplicarlos al área relacionada con el ejercicio; aplicar los conceptos bioquímicos fundamentales haciendo uso de otros ejemplos, de modo que le permita acceder a cualquier área biológica con las bases necesarias para su buen desempeño en ella; y, poniendo énfasis en las vías metabólicas, su control y su significado fisiológico, alcanzar una integración conceptual a través del empleo de ejemplos, problemas y modelos para aplicar la Bioquímica básica a los procesos fisiológicos.

### **Requerimientos previos (conocimientos y habilidades)**

Conocimientos generales de Química y Biología de nivel secundaria y de las asignaturas relacionadas del plan de estudios del Bachillerato a distancia. Conocimientos de *Ciencias de la Vida y de la Tierra I*: Propiedades físicas de los elementos químicos, metales y no metales, símbolos de los elementos, tabla periódica de Mendeleiev. Concepto de energía, compuestos, propiedades físicas y químicas de la materia; cambios físicos y químicos. Enlaces químicos, nomenclatura de compuestos químicos, tipos de reacciones químicas, ley de la conservación de la materia y la energía. Cloroplastos y mitocondrias. Función de las biomoléculas, carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos; paredes celulares y membranas plasmáticas. Transporte: difusión, ósmosis, transporte activo y pasivo. Tipos de células, forma y tamaño: procariontes y eucariontes. Estructura y función de organelos celulares, núcleo y sus estructuras; citoesqueleto; organización celular (procarionta y eucarionta). *Ciencias de la Vida y de la Tierra II*: Características de los primeros elementos y compuestos; características de las biomoléculas (carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos). *Ciencias de la Salud I*: Metabolismo celular, concepto, función de las enzimas en reacciones anabólicas y catabólicas. Síntesis y utilización del ATP, enlace de alta energía; respiración, ecuación general, fases; fermentación láctica.

### **Asignaturas relacionadas**

*Ciencias de la Vida y de la Tierra I y II; Ciencias de la Salud I y II*

### **Perfil profesiográfico del asesor de la asignatura**

Licenciatura y/o posgrado en: Medicina, Biología, Química, Química Farmacéutico Biológica, Ciencias Genómicas, Investigación Biomédica Básica. Se requiere experiencia mínima de 2 años como profesor de bachillerato y haber sido certificados como asesores de B@UNAM en la asignatura a impartir\*.

\* Se señala el perfil de los asesores con base en los nombres de las carreras en la UNAM. Para los casos de egresados de otras instituciones, el Comité Académico acreditará la suficiencia de la carrera correspondiente a partir de la revisión del plan de estudios del candidato.

## Introducción

Los profesores a nivel licenciatura saben que el aprendizaje de la Bioquímica es complejo y difícil para la mayoría de los estudiantes porque requiere la comprensión de los fenómenos químicos de la vida celular cuya expresión involucra un cúmulo de conocimientos y detalles de la Química general, la Fisicoquímica y la Química metabólica que les pueden resultar complejos y poco interesantes. Por esta razón, es conveniente relacionar el estudio de la Bioquímica con un fenómeno cotidiano que desarrollan todos los seres humanos, en distinto grado, durante su existencia, y que resulte atractivo.

Los adolescentes y adultos jóvenes se relacionan en forma cotidiana con el ejercicio y muchos de ellos dedican alguna parte de su tiempo al desarrollo de actividades atléticas. Por ello, el ejercicio puede ser un modelo interesante para introducirse en el estudio de la Bioquímica y de otras ciencias afines de manera secuencial y lógica.

El curso de Bioquímica empieza con el estudio de los compuestos químicos presentes en los alimentos: proteínas, carbohidratos y lípidos que se encuadran dentro de la categoría de "macromoléculas" y agua, iones y vitaminas también indispensables para la vida. Haremos un paralelismo entre la estructura y la función, una valoración nutritiva así como una revisión de la digestión y la absorción de dichas moléculas. La segunda unidad trata sobre las características fisicoquímicas de las principales biomoléculas y sobre la bioenergética, que prepara el terreno para la comprensión del metabolismo generador de energía química, útil para realizar trabajo celular. La tercera unidad trata sobre la estructura molecular y el metabolismo de las proteínas, haciendo especial énfasis en las proteínas de la contracción; se abordan los conocimientos actuales de la estructura y función del músculo, el metabolismo de la fibra muscular y del organismo en el ejercicio, y la participación de los sistemas de control neuronal y regulación endocrina. Por último, se estudian temas de integración del metabolismo en diferentes situaciones normales y patológicas en función de las consecuencias metabólicas del ejercicio.

Se hace un énfasis especial en la integración conceptual a través del empleo de diversos ejemplos, problemas y modelos para amalgamar la Bioquímica básica con los temas de otras asignaturas. Este curso se relaciona con *Ciencias de la Vida y de la Tierra I* que revisa los conceptos de energía, compuestos, enlaces químicos, nomenclatura de compuestos químicos, tipos de reacciones químicas, función de las biomoléculas, carbohidratos, lípidos y proteínas. Todos ellos son básicos para entender la organización celular y la química de la vida. También se considera las paredes celulares, membrana plasmática y la química de la vida. El transporte: difusión, ósmosis, transporte activo y pasivo son temas que retomamos para entender el equilibrio hídrico entre los diferentes compartimentos celulares. La estructura y función de los diferentes organelos celulares son conocimientos básicos para el estudio de las células responsables de la contracción muscular.

Esta asignatura profundiza en las características fisicoquímicas y funciones de las principales biomoléculas que son temas de estudio de *Ciencias de la Vida y de la Tierra II*. Con *Ciencias de la Salud I* esta asignatura comparte el estudio del metabolismo celular y en particular se profundiza en el estudio de las vías catabólicas generadoras de energía así como en el estudio de los diferentes mecanismos de síntesis de ATP y de otros

compuestos de alta energía. Con *Ciencias de la Salud II* este curso profundiza en el estudio de las biomoléculas en el papel de nutrientos, ya que como tales juegan un papel vital en el metabolismo e intervienen en casi todas las reacciones y rutas bioquímicas conocidas, entre otras, las reacciones de oxidación. Proporciona elementos importantes al perfil de egreso del Bachillerato: aporta una cultura básica de las ciencias naturales que permiten comprender los procesos biológicos con bases científicas. El egresado será capaz de buscar, analizar, comprender, valorar crítica y científicamente información que se le presente en este curso. En este curso se desarrollaran habilidades cognitivas y metacognitivas tales como la organización e instrumentación de actividades para el desarrollo de una tarea específica y para el aprendizaje autónomo. En cuanto a habilidades metodológicas se desarrollara la capacidad para seleccionar, organizar y aplicar la información para la explicación, identificación y comprensión de los fenómenos naturales.

## Propósitos generales del curso

El alumno será capaz de conocer la terminología fundamental de la Bioquímica para disponer de las bases suficientes para organizar el conocimiento y comprender el proceso fisiológico en estudio; integrar y profundizar los contenidos de la Bioquímica, la Fisiología y la Nutrición estudiados, para aplicarlos al área relacionada con el ejercicio; aplicar los conceptos bioquímicos fundamentales haciendo uso de otros ejemplos, de modo que le permita acceder a cualquier área biológica con las bases necesarias para su buen desempeño en ella; y, poniendo énfasis en las vías metabólicas, su control y su significado fisiológico, alcanzar una integración conceptual a través del empleo de ejemplos, problemas y modelos para aplicar la Bioquímica básica a los procesos fisiológicos.

## Contenidos disciplinarios y conceptos centrales

Esta asignatura aborda teorías, conceptos y postulados de las siguientes disciplinas: Química, Biología, Fisiología, Física y Matemáticas que le permiten entender los temas que abarca: la química de las moléculas biológicas, su funcionamiento individual que se integra a procesos fisiológicos de mayor complejidad, todos ellos respetando las leyes elementales de la Física y de las Matemáticas.

Los contenidos disciplinarios de la Química utilizados en este curso son: características de los primeros elementos y compuestos; las propiedades periódicas de los elementos químicos, sus símbolos, el concepto de energía, compuesto, cambios físicos y químicos de la materia, enlaces químicos, nomenclatura de compuestos químicos, tipos de reacciones químicas, ley de la conservación de la materia y la energía. Características del carbono (tetravalencia, enlace simple y doble), grupos funcionales; características fisicoquímicas de las biomoléculas: carbohidratos, lípidos y proteínas.

Los contenidos disciplinarios de la Biología utilizados en este curso son: Estructura y función de los componentes celulares: núcleo, citoesqueleto, cloroplastos, mitocondrias, paredes celulares y membrana plasmática; organización celular, tipos de células, forma y tamaño: procariontes y eucariontes. Función de las biomoléculas, carbohidratos, lípidos,

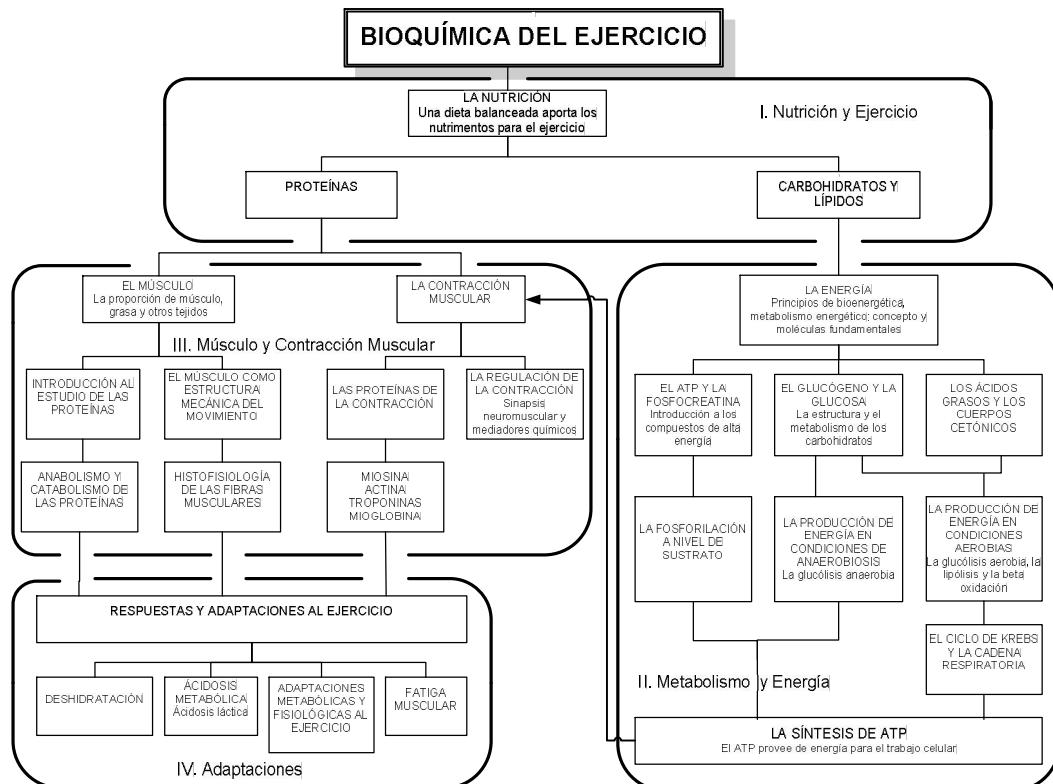
proteínas. Transporte: difusión, ósmosis, transporte activo y pasivo. Metabolismo celular, concepto, función de las enzimas en reacciones anabólicas y catabólicas. Síntesis y utilización del ATP, la respiración, y la fermentación láctica.

Los contenidos disciplinarios que se incorporan de la Fisiología son: conceptos de gasto energético en reposo, gasto energético por actividad, contracción muscular, reservas de energía, consumo energético en los diferentes tipos de ejercicio, acarreo del oxígeno y de los combustibles en la sangre, regulación de la glucemia, participación de las hormonas en el ejercicio.

Los contenidos disciplinarios que se incorporan de la Física son: las leyes de la termodinámica, calorías y joules; leyes de los gases; capilaridad, viscosidad, ósmosis, presión osmótica e hidrostática, tensión superficial; principios de Arquímedes y Pascal; campo eléctrico, diferencia de potencial, conducción eléctrica (en conducción de impulsos nerviosos).

De las Matemáticas tenemos: operaciones básicas, despejes, sistema internacional de unidades, notación científica y exponencial, logaritmos y graficación.

Los conceptos e ideas centrales que el estudiante dominará, se presentan en el mapa conceptual de la bioquímica del ejercicio que se presenta a continuación. Son: el fenómeno de la nutrición; los principios de la bioenergética y el metabolismo energético; la estructura y el metabolismo proteico, el fenómeno de la contracción muscular y por último, las consecuencias metabólicas del ejercicio.



## Contenidos organizados y propósitos específicos por unidad

### Unidad I. Nutrición y ejercicio

**Propósito específico.** El estudiante conocerá el fenómeno de la nutrición describiendo su utilidad para los seres vivos y explicará la naturaleza química de las seis clases de compuestos fundamentales para la nutrición: carbohidratos, proteínas, lípidos, agua, iones y vitaminas para poder precisar sus funciones en el organismo y fundamentar los requerimientos diarios para una dieta balanceada y para describir el proceso de la nutrición desde la ingesta de los alimentos hasta su aprovechamiento por las células.

**Desempeño.** Ante el cuestionamiento acerca de la nutrición, el estudiante buscará y registrará información sobre los alimentos y sus componentes, la forma como se digieren y se absorben por el organismo y los requerimientos calóricos y proteicos de un organismo. Dados la talla y la masa corporal de un individuo, así como el nivel de actividad física que realiza, establecerá la dieta balanceada correspondiente.

#### Contenido:

1. Introducción a la Nutrición
  - 1.1 Los nutrientes: contenido energético y nutricional de los alimentos
  - 1.2: Proteínas. Lípidos. Carbohidratos. Vitaminas. Agua y electrolitos
  - 1.3 Dieta equilibrada. Pirámide nutricional y suplementos nutricionales
2. Digestión
  - 3.1 Digestión de los principales componentes de la dieta.
  - 3.2. Las enzimas digestivas
3. Absorción
  - 4.1 La membrana celular. Fosfolípidos. Proteínas de membrana. Estructura y funciones
  - 4.2 La absorción. Transporte a través de la membrana de monosacáridos, aminoácidos y electrolitos
  - 4.3 Lípidos. Paso a través de membrana. Absorción y transporte
4. Gasto energético
  - 2.1 Requerimientos energéticos diarios. Gasto energético en reposo y por actividad física
  - 2.2 Nutrición saludable para la condición física y el deporte

### Unidad II. Metabolismo y energía

**Propósito específico.** El estudiante conocerá y aplicará los conceptos fundamentales de la bioenergética para explicar la obtención de energía metabólica mediante el fenómeno de la oxidación de los carbohidratos, proteínas y lípidos. Con base en un esquema general de la bioenergética, localizará y explicará las vías metabólicas involucradas en la obtención del ATP a través de los compuestos de alta energía, la degradación anaerobia del glucógeno y de la glucosa y la oxidación de la misma, de los lípidos y de los aminoácidos en el eje metabólico central y detallará la participación de las lipoproteínas en la fase de transporte de los lípidos en la sangre.

**Desempeño.** Ante el cuestionamiento acerca de las vías catabólicas de los carbohidratos, de los lípidos y de las proteínas -gluólisis, glucogenólisis, lipólisis, beta-oxidación, cetogénesis, transaminación y desaminación, ciclo de Krebs y cadena respiratoria- el estudiante analizará la síntesis del ATP y la proporción en la que participan las vías mencionadas en presencia y en ausencia de oxígeno. Establecerá el balance energético e indicará los sustratos y los productos de cada una de las vías. En un esquema general, reconocerá las partículas que participan en el transporte de lípidos en sangre. Ante un esquema de la regulación de la glucemia reconocerá los procesos de aporte y de consumo de la glucosa entre la sangre y los tejidos. Explicará la participación de las hormonas en la regulación de la glucemia.

#### Contenido:

1. Conceptos generales
  - 1.1 Bioenergética. Oxidación y deshidrogenasas. Fosforilación y energía. Destino del ATP
  - 1.2 Mecanismos de Síntesis del ATP
  - 1.3 Glucólisis en ausencia de oxígeno. Glucólisis en presencia de oxígeno. Respiración: ciclo de Krebs, cadena respiratoria y fosforilación oxidativa
2. Esquema general del metabolismo. Metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas
  - 2.1 Vías y encrucijadas metabólicas y su regulación
  - 2.2 Glucosa y glucógeno. Glucogénesis, glucogenólisis y gluconeogénesis
  - 2.3 Lípidos, aminoácidos y ciclo de Krebs. La interconversión de sustancias
3. Ejercicio aeróbico y ejercicio anaeróbico

### Unidad III. Músculo y contracción muscular

**Propósito específico.** El estudiante explicará la naturaleza química de las proteínas y distinguirá sus componentes, sus enlaces y sus cuatro niveles estructurales. Basándose en la estructura histológica del músculo describirá el fenómeno de la contracción muscular desde el punto de vista bioquímico y explicará su regulación por la acción de los neurotransmisores.

**Desempeño.** Ante el cuestionamiento acerca de la estructura molecular de las proteínas, el estudiante explicará la participación de los aminoácidos en los cuatro niveles estructurales de las proteínas y la naturaleza de los enlaces que entre ellos se establecen. Relacionará la estructura del músculo estriado con la función que desempeña y explicará el equilibrio que conduce a los aminoácidos hacia la síntesis o hacia la degradación de las proteínas musculares, detallando el flujo de aminoácidos hacia la oxidación. Explicará los procesos moleculares que conducen a la contracción y a la relajación del músculo.

#### Contenido:

1. Músculo estriado
  - 2.1 Estructura macroscópica del músculo estriado
  - 2.2 Estructura microscópica del músculo estriado (fibra muscular, miofibrilla y sarcómero)

- 2.3 Proteínas fibrilares y las estructuras proteicas fibrilares, citoesqueleto. Las proteínas musculares de la contracción. Actina, miosina y troponinas
- 2.4 Mecanismo de la contracción
- 2. Glucógeno y oxígeno en el músculo. Mioglobina y hemoglobina. Fibras delgadas lentas y fibras gruesas rápidas
- 3. Excitación del músculo
  - 3.1 Placa o unión neuromuscular y mediadores químicos
  - 3.2 Primeros y segundos mensajeros. Calcio

## **Unidad IV Líquidos, electrolitos y homeostasis ácido-básica**

**Propósito específico.** El estudiante identificará la composición electrolítica intra y extracelular, el estado ácido-base del organismo y los mecanismos que intervienen para su regulación. Relacionará el ejercicio intenso con los procesos bioquímicos que conducen a la deshidratación, la acidosis metabólica, el consumo de reservas calóricas y la hipertrofia muscular.

**Desempeño.** Ante el cuestionamiento acerca de los resultados metabólicos del ejercicio intenso, el estudiante explicará el desplazamiento del equilibrio hídrico y ácido-base hacia la deshidratación y la acidosis metabólica y láctica, las condiciones que las generan y los mecanismos compensatorios que se establecen. Comparará el gasto de energía en las diferentes modalidades del ejercicio.

### **Contenido:**

- 1. Equilibrio hidroelectrolítico y deshidratación
  - 1.1 Composición electrolítica extra e intracelular y su mantenimiento por la actividad renal
  - 1.2 Balance electrolítico, distribución, intercambio acuoso en los diferentes compartimentos, deshidratación
- 2. Equilibrio ácido básico
  - 2.1 Sistemas amortiguadores de importancia fisiológica: bicarbonato y hemoglobina. Aplicación del sistema bicarbonato-ácido carbónico en el mantenimiento del pH sanguíneo y su implicación en el transporte del O<sub>2</sub> y del CO<sub>2</sub>
  - 2.2 Las principales alteraciones del equilibrio ácido-base en el organismo y los mecanismos renales y respiratorios. Acidosis metabólica y acidosis láctica
- 3. Adaptaciones metabólicas al ejercicio
- 4. Adaptaciones fisiológicas al ejercicio. Efectos del entrenamiento. El músculo del deportista. Hipertrofia del músculo
- 5. Fatiga muscular

## **Metodología del curso**

Este curso hace uso de estrategias como los mapas conceptuales, organizadores gráficos y prácticas virtuales de laboratorio, con lo que se media al estudiante para construir su propio conocimiento, a través de la búsqueda de información, asimilación y aplicación para explicar los contenidos de la Bioquímica sobre los temas tratados. El estudiante logrará utilizar la informática para buscar, identificar, comprender y analizar las leyes que rigen el

funcionamiento de las moléculas, las células, los tejidos y el organismo en su conjunto, referido todo ello al fenómeno del ejercicio. A partir del primer tema el estudiante iniciará la construcción de su propio conocimiento sobre las unidades presentadas en el mapa conceptual de la bioquímica del ejercicio, a lo cual irá sumando en secuencia lógica los contenidos parciales de cada una de las unidades temáticas.

## Evaluaciones

### La evaluación diagnóstica

Al iniciar el curso se aplicarán exámenes de opción múltiple y/o desarrollo de temas sobre los conocimientos previos que se enlistan a continuación:

1. Propiedades químicas del carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno
2. Propiedades de los elementos
3. Grupos funcionales ácido, básico, oxhidrilo, sulfhidrilo, amino, imino
4. Estructura y funciones de los carbohidratos, lípidos, aminoácidos, nucleótidos
5. Estructura y funciones de los polímeros: polisacáridos, proteínas y ácidos nucleicos
6. Teoría celular
7. Estructura celular y las moléculas que forman a cada subestructura
8. Nociones de fisicoquímica: concepto de energía, flujo de energía, sistemas abiertos y sistemas cerrados
9. Ciclos del carbono, oxígeno y nitrógeno en la Tierra
10. Reacciones exergónicas y reacciones endergónicas
11. Concepto de ácido y de base
12. Concepto de reacción química; identificar sustratos, productos, sentido de la reacción
13. Concepto de catalizador, la función de las enzimas como catalizadoras de las reacciones del metabolismo celular
14. Vías metabólicas más importantes y la importancia de la síntesis e hidrólisis de ATP

En cuanto a las habilidades, los estudiantes deben mostrar comprensión lectora, capacidad de búsqueda, selección y registro de la información, capacidad para desarrollar y redactar temas relativos a los conocimientos previos.

### La evaluación formativa

En esta asignatura se aplicará una evaluación por cada unidad temática, cuatro en total. En cada una de ellas se explorará lo aprendido por el estudiante mediante preguntas de opción múltiple.

La acreditación en general de las unidades deberá tener un mínimo de 8 (en una escala de 1-10): de lo contrario, se pedirá al estudiante revisar nuevamente y profundizar en los temas específicos que no alcancen dicha calificación. Esto significa que se deberá repasar y buscar la información complementaria respectiva, además de resolver cuestionarios que se planteen por el tutor hasta la completa comprensión del tema.

## **La evaluación para la certificación**

Al término de cada unidad temática el estudiante llevará a cabo las tareas de aprendizaje que se especifican en el rubro de desempeño de cada unidad temática. El examen final deberá evaluar una muestra representativa de los temas y podrá ser de opción múltiple y correlación de columnas y de complementación y desarrollo de temas.

## **Bibliografía y otros recursos didácticos:**

### **Bibliografía básica:**

Lehninger A. L. & Nelson, D. L. (2005) *Principios de Bioquímica*. 4a. ed. Barcelona, España: Ediciones Omega.

Mathews, C. K., Van Holde, K. E. & Ahern, K. G. (2003) *Bioquímica*. 3a. ed. España: Addison Wesley.

McKee, T., McKee, R. J. (2004). *Bioquímica*. 3a. ed. España: McGraw-Hill Interamericana Editores.

Murray K. R., Granner D. K., Mayes P. A. & Rodwell V. W. (2004) *Bioquímica de Harper*. 16a. ed. Ciudad de México, México: IPN/Editorial El Manual Moderno.

Stryer L. (2003) *Bioquímica*. 5a. ed. Barcelona, España: Editorial Reverté.

### **Bibliografía complementaria:**

Bloomfield M. M. (1997) *Química de los organismos vivos*. Ciudad de México, México: Editorial Limusa.

Holum J. R. (2001) *Fundamentos de química general, orgánica y bioquímica para ciencias de la salud*. Ciudad de México, México: Editorial Limusa Wiley.

Devlin T. M. (2004) *Bioquímica*. Libro de texto con aplicaciones clínicas. 4a. ed. Barcelona, España: Editorial Reverté.

### **Otros recursos:**

Mensaje Bioquímico. Publicación anual del Departamento de Bioquímica. Ciudad de México, México: Facultad de Medicina, UNAM. Editado desde 1978. En: <http://bq.unam.mx>.

Revista de Educación Bioquímica (REB). Publicación trimestral de la Asociación Mexicana de Profesores de Bioquímica, A.C. Ciudad de México, México: Editada desde 1982 como Boletín de educación bioquímica (BEB). En: <http://bq.unam.mx>.

Vázquez Contreras E. (2004) *Bioquímica y Biología Molecular en Línea*. Facultad de Medicina/Instituto de Química, UNAM. Recuperado de:  
<http://laguna.fmedic.unam.mx/~evazquez>.