

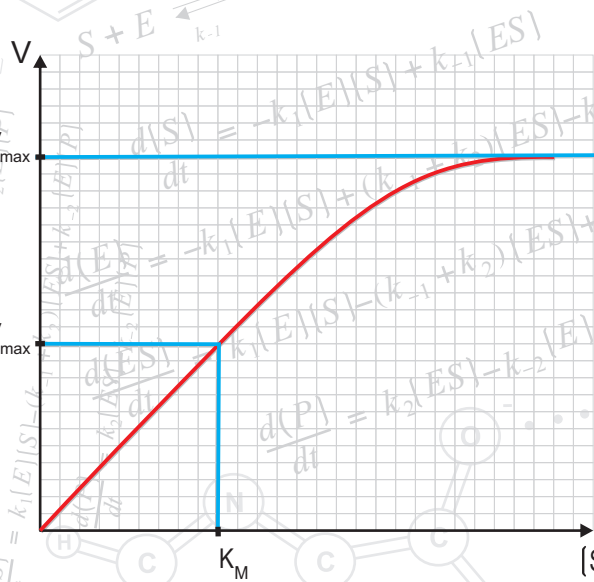
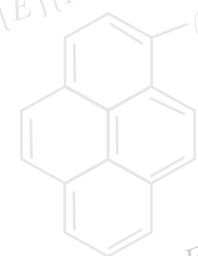
# Bioquímica I

## De la estructura a la función

La pregunta como base de la inquietud científica.

Orientaciones para aprender a aprender

María Orfa Rojas, Ruth Garzón, Lilia del Riesgo





UR



**BIOQUÍMICA I**  
**De la estructura a la función**

**La pregunta como base  
de la inquietud científica**

Orientaciones para  
aprender a aprender

Bioquímica I De la estructura a la función. La pregunta como base de la inquietud científica. Orientaciones para aprender a aprender / María Orfa Rojas...[et. ál].—Facultad de Medicina: Editorial Universidad del Rosario, 2007.  
166 p.—(Colección Lecciones de Medicina).

ISBN: 978-958-8298-89-4

Bioquímica / Célula / Química del agua / Proteínas / Biomoléculas / Laboratorios – Equipos y accesorios / Laboratorios – Medidas de seguridad / I. Riesgo, Lilia del / II. Garzón, Ruth / I. Título.

574.192 SCDD 20

© Universidad del Rosario  
© María Orfa Rojas, Ruth Garzón, Lilia del Riesgo  
© Editorial Universidad del Rosario

ISBN: 978-958-8298-89-4

Idea original de cubierta: Juan Leonardo Novoa

Imágenes tomadas de:

<http://ocw.mit.edu/NR/rdonlyres/Biological-Engineering/20-320Spring-2000>

<http://nsr.bioeng.washington.edu/Software/DMO/MICMEN/micmen.gif>

<http://finner.deviantart.com/art/Chemistry-15384735>

Diseño de cubierta: Antonio Alarcón

\* Las opiniones de los artículos sólo comprometen a los autores y en ningún caso a la Universidad del Rosario. No se permite la reproducción total ni parcial sin la autorización de los autores.

Todos los derechos reservados.

Tercera edición: noviembre de 2007

Impresión: Logoformas

Impreso y hecho en Colombia - *Printed and made in Colombia*

**BIOQUÍMICA I**  
**De la estructura a la función**

**La pregunta como base  
de la inquietud científica**

Orientaciones para  
aprender a aprender

María Orfa Rojas  
Ruth Garzón  
Lilia del Riesgo

## **Colaboradores**

Yinth Andrea Bernal, Marta Leonor Pinzón y Alba Lucía Salamanca  
Profesoras auxiliares, Unidad de Bioquímica.

## **Afianzamiento tutorial**

### **Docentes jóvenes en formación**

Profesora tutora: **María Orfa Rojas**

#### **Juan Guillermo Holguín\***

- Los monómeros de las proteínas
- Estructura – función de las proteínas
- Las chaperonas y el plegamiento de las proteínas
- Enzimas y su funcionamiento
- Enzimas especificidad y eficiencia
- Enzimas y tejidos

#### **Raúl Ramírez y Carlos Mario Echeverría\*\***

- Interactuando con átomos y moléculas

#### **Juan Guillermo Holguín, Raúl Ramírez y Carlos Mario Echeverría**

- Termodinámica de los procesos celulares
- Célula y soluciones: equilibrando el medio

#### **Laura Castillo\*\***

- Importancia para el médico del conocimiento y manejo del Sistema Internacional de Medidas
- Organización de los seres vivos

#### **Gloria Torralvo\*\*\* y Sebastián Mackencie\*\*\***

- Termodinámica y los seres vivos

---

\* Estudiante de tercer y cuarto semestre del programa de Medicina, cuando participó en la tutoría.

\*\* Estudiantes de segundo semestre del programa de Medicina, cuando participaron en la tutoría.

\*\*\* Estudiantes de primer semestre del programa de Medicina, cuando participaron en la tutoría.

# CONTENIDO

Presentación .....	11
Módulo I: Fundamentos de bioquímica .....	14
1. EL ÁMBITO DE LA BIOQUÍMICA: LA VIDA.....	14
1.1. Organización de los seres vivos .....	14
1.2. Organización molecular de la célula: jerarquía estructural .....	18
<i>Complementación 1. Conceptos teóricos iniciales</i> .....	23
El método científico: el Sistema Internacional de Unidades	
a. Guía inicial .....	23
b. Taller experimental.....	24
1.3. Aspectos fisicoquímicos del funcionamiento celular.	
La termodinámica y los seres vivos .....	28
<i>Actualización 1. La termodinámica y los seres vivos</i> .....	32
2. EL AGUA.....	33
2.1. Propiedades e interacciones .....	33
<i>Complementación 2. El agua como reactivo y como solvente</i> .....	37
a. Guía inicial .....	37
b. Taller experimental.....	38
<i>Profundización 1. El balance ácido – base</i> .....	41
2.2. Ionización del agua: ácidos y bases débiles (equilibrio ácido-base)....	42



<i>Complementación 3. El equilibrio ácido – base</i> .....	46
Regulación del equilibrio ácido – base después del ejercicio muscular intenso	
a. Guía inicial.....	46
b. Taller experimental .....	47
 <i>Actualización 2. Alteraciones del equilibrio ácido-base</i> .....	53
 Módulo II: Biomoléculas – las proteínas .....	54
 1. AMINOÁCIDOS .....	54
<i>Complementación 4. El poder buffer de los aminoácidos</i> .....	58
a. Guía inicial .....	58
b. Taller experimental.....	59
 2. PÉPTIDOS Y PROTEÍNAS .....	62
 3. LA ESTRUCTURA COVALENTE DE LAS PROTEÍNAS .....	66
 4. LOS NIVELES DE ORGANIZACIÓN ESTRUCTURAL EN LAS PROTEÍNAS.....	70
 5. LA FUNCIÓN DE LAS PROTEÍNAS.....	74
<i>Complementación 5. Bioinformática y la estructura de las proteínas</i> .....	78
a. Guía inicial.....	78
b. Taller experimental .....	79
<i>Profundización 2. Enfermedades conformacionales</i> .....	80
<i>Actualización 3. Los cambios estructurales que afectan la función de las proteínas</i> .....	81
<i>Complementación 6. La relación estructura – función de las proteínas</i> ..	82
 Factores físicos y químicos que afectan la estructura y la función de las proteínas .....	82
a. Guía inicial .....	82
b. Taller experimental.....	83

6. ENZIMAS .....	85
6.1. Propiedades, actividad catalítica y cofactores .....	85
6.2. Especificidad, clasificación y regulación de la actividad enzimática .....	90
<i>Profundización 3. Alteraciones enzimáticas.....</i>	93
6.3. Cinética enzimática .....	94
<i>Complementación 7. Cinética enzimática .....</i>	97
Efecto de la concentración de sustrato, temperatura y pH sobre la velocidad de reacción enzimática.....	97
a. Guía inicial .....	97
b. Taller experimental .....	98
7. LAS VITAMINAS, PROPIEDADES, CLASIFICACIÓN Y SU PAPEL COMO COFACTORES EN LAS REACCIONES ENZIMÁTICAS.....	104
PROGRAMANDO MI TIEMPO .....	107
I. AFIANZAMIENTO TUTORIAL.....	107
1. Importancia para el médico del conocimiento y manejo del Sistema Internacional de Medidas .....	107
2. Interactuando con átomos y moléculas .....	110
3. Organización de los seres vivos .....	112
4. Termodinámica en los procesos celulares .....	114
5. Termodinámica y los seres vivos .....	116
6. Célula y soluciones: equilibrando el medio .....	120
7. Los monómeros de las proteínas .....	122
8. Estructura – función en las proteínas .....	124
9. Las chaperonas y el plegamiento de las proteínas .....	127
10. Enzimas y su funcionamiento .....	129
11. Enzimas: especificidad y eficiencia.....	132
12. Enzimas y tejidos .....	135

II. DEL CONCEPTO A LA PRÁCTICA .....	138
1. Diversidad .....	138
2. Termodinámica de los seres vivos.....	139
3. Propiedades del agua.....	140
4. Equilibrio ácido – base.....	141
5. Estereospecificidad enzimática .....	142
6. Reconocimiento enzima – sustrato.....	143
7. Cinética enzimática .....	144
8. Inhibición enzimática.....	145
a. En el ciclo de Krebs.....	145
b. En el envenenamiento por metanol .....	146
c. En el transporte iónico.....	147
9. Isoenzimas.....	148
 BIBLIOGRAFÍA .....	 149
 ANEXOS .....	 153
1. Recomendaciones de seguridad en el laboratorio .....	153
2. Material y equipo de laboratorio utilizado en las complementaciones de Bioquímica.....	154

# PRESENTACIÓN

En los sistemas educativos, a nivel mundial, subsiste una larga tradición la cual considera a la enseñanza como una demostración de los conocimientos que tiene el profesor y al aprendizaje como la adquisición de una gran cantidad de información para memorizar, por parte del estudiante.

Para contrarrestar esto, en la Unidad de Bioquímica de la Facultad de Medicina de la Universidad del Rosario, se han venido llevando a la práctica procedimientos encaminados a lograr que el profesor asuma un papel preponderante en la organización de la información y en el diseño y manejo de estrategias de instrucción; la Unidad considera que sólo de esa forma el profesor podrá convertirse en un facilitador del proceso formativo del estudiante, en pro de su independencia, responsabilidad y capacidad para afrontar la solución de problemas.

Las estrategias diseñadas, como se ha mostrado desde la primera edición de esta guía para el aprendizaje de la bioquímica, continúan buscando alternativas para que el estudiante, además de tomar conciencia de su responsabilidad en la construcción de su propio conocimiento, acepte la necesidad de trabajar activamente para conseguirlo.

En su papel de guía, la Unidad, a través de sus docentes, ha abierto espacios extra clase que le permiten al estudiante acercarse a otras temáticas de interés como por ejemplo, la problemática de la educación o los temas científicos de investigación biomédica; de esta forma, se ha permitido la apertura de semilleros de investigación en los dos ámbitos: el pedagógico y el científico, cuyo desarrollo se está manejando integradamente, como corresponde a una institución educativa.

En cada semestre que ha participado de estos procedimientos activos para “aprender a aprender” (desde el segundo semestre de 2005), se han destacado estudiantes que han aceptado y practicado el sistema y que de acuerdo con las estadísticas han estado ubicados entre los de más alto rendimiento académico; aunque no se puede desconocer que muchos de los actores del sistema educativo, profesores y estudiantes, continúan cargando el lastre del sistema educativo tradicional pasivo y exigiendo su mantenimiento, comienzan a visualizarse “semillas” importantes que sin duda mantendrán vivo el proyecto, lo mejorarán y lo harán cada vez más visible no sólo ante la comunidad académica rosarista, sino ante la sociedad en general.

En consideración a las necesidades del estudiante como ser humano en formación, se ha diseñado una estrategia pedagógica extra clase con la cual se pretende que él encuentre ofertas académicas útiles como alternativas para programar la ocupación de su tiempo libre; de esta forma, se está brindando una oportunidad para afianzar sus conocimientos, pero además un espacio para el manejo de su tiempo, de tal forma que la disciplina pueda permitirle disfrutar de otros espacios para su desarrollo y vivencias personales.

Dentro de la propuesta pedagógica se ha considerado de vital importancia iniciar la formación de docentes jóvenes, que asuman con gusto y convicción la metodología interactiva que se les ha ofrecido, para que ellos mismos la practiquen, dando soporte a estudiantes de niveles inferiores. Se ha contado con grupos de estudiantes que además de haber sido destacados académicamente, han aplaudido la posibilidad que a través del proyecto han tenido para enfrentarse por sí mismos a la búsqueda del conocimiento, a la discusión con sus pares y con sus superiores, a la crítica, a la posibilidad de expresar sus desacuerdos y, sobre todo, haber aprendido realmente, sin necesidad de someterse a largos insomnios para memorizar información.

Estos estudiantes, además de haber reconocido su vocación docente y de haber aceptado la propuesta metodológica, también aceptaron la guía cercana de los profesores de la Unidad, para familiarizarse con la metodología y poder llevarla a la práctica. A pesar de los embates del medio, que comenzó a señalarlos como “individuos con el cerebro lavado” o “como estudiantes problema”, ellos supieron sobreponerse y continuar practicando un sistema que los revela más maduros académicamente y como personas.

Por ahora esos primeros frutos del trabajo conjunto entre profesores y “estudiantes semilla” constituyen el nuevo aporte que semestralmente se le quiere dar a esta guía, en un capítulo que hemos llamado *Programando mi tiempo*, dentro del cual la actividad específica mencionada aquí, llevada a cabo en horarios extra clase, se conoce como *El afianzamiento tutorial*.

Para este grupo docente es una fortuna continuar detectando grandes retos para lograr el cambio pedagógico que ha iniciado. Queremos continuar profundizando, por ejemplo, en el problema de adaptación del estudiante al medio universitario, por considerar esto como un factor que influye notablemente en la aceptación que el joven pueda tener de los cambios culturales, pedagógicos, ambientales, etc., en un momento crítico de su desarrollo como persona. Por ello, como parte de la estrategia pedagógica, con especial énfasis se seguirán buscando estrategias que muestren caminos para que el estudiante logre afrontar con mayor tranquilidad esta nueva

etapa de su vida y otras por venir. ¡Sólo así tendremos mentes nuevas que propiciarán situaciones nuevas!

Los docentes de la Unidad de Bioquímica continuarán desarrollando su tarea, tratando de afianzar su propuesta en pro de una cultura de aprendizaje activo que sea asumida plenteramente por el estudiante, con criterio propio, responsabilidad y quizás, en un futuro cercano, con autonomía; por parte de los docentes, además, con disciplina, rigor, dedicación y paciencia.

María Orfa Rojas Ph.D  
Investigadora principal, Proyecto Pedagógico  
Profesora titular, Universidad del Rosario



El contenido de este libro, la tercera edición de *Bioquímica I*, incluye un producto nuevo al cual se llegó bajo la premisa de formar docentes jóvenes, utilizando los criterios y estrategias que se manejan en un proceso de aprendizaje activo, pero complementado con una ambición más: el logro de una comunión entre el proceso académico y el bienestar del individuo. Para ello, se crearon ofertas académicas extra clase de libre asistencia y se buscó convertirlas en oportunidades para que el estudiante programara la utilización de parte de su tiempo libre para superar sus inquietudes, vacíos o necesidades. Sin embargo, se buscó que esa actividad académica, posiblemente la más importante en esa etapa de sus vidas, les permitiera como producto agregado una disciplina de auto decisión, para buscar la solución de problemas personales relacionados con la academia, pero dependientes de la organización de tiempos para lograrlo. Esto no es otra cosa que “la utilización de las necesidades académicas como trampolín para el bienestar individual”. Si su paso por la universidad no le trae al estudiante un problema académico, ¡él podrá sentirse más satisfecho! ¡Si se resuelven sus principales problemas como estudiantes, seguramente su vida será más tranquila!

La oferta tuvo dos componentes que están incluidos en este libro: uno desarrollado por los “estudiantes semilla” es decir, aquellos estudiantes que, además de llevar a la práctica el sistema pedagógico propuesto por la Unidad de Bioquímica, reconocieron su vocación pedagógica y estuvieron dispuestos a trabajar cercanamente con el cuerpo de profesores, en pro de su formación como docentes jóvenes dispuestos a utilizar metodologías activas; el otro, fue desarrollado por los profesores y su objetivo se centró en propiciar la aplicación de los conceptos teóricos a la solución de problemas. Las estrategias desarrolladas han permitido el crecimiento académico y el afianzamiento de la metodología en el grupo docente, así como el renacer de grupos de estudiantes con mentes renovadas y con capacidad para continuar con el proceso.

