

## ***Nuevo Plan de Estudios para la Licenciatura en Bioquímica.***

### **INTRODUCCIÓN**

La Licenciatura en Bioquímica ha cumplido recientemente sus primeros 10 años de existencia, luego de haber sido creada en 1989 como respuesta a iniciativas en las que participaron varias Facultades de la Universidad de la República. Habiéndose verificado el primer egreso en 1994, actualmente existe un colectivo de casi 100 egresados de la misma, manteniéndose una demanda importante para este tipo de formación, como se manifiesta a través del número de nuevas inscripciones recibidas cada año, que se ubica en el orden de las 200 matrículas.

El acento en las primeras etapas de puesta en marcha de esta Licenciatura ha estado puesto fundamentalmente en el establecimiento y fortalecimiento de las unidades académicas involucradas en el funcionamiento de la misma (tanto unidades propias del Servicio, como equipos ubicados extramuros). La concepción e implementación de la oferta de una serie de asignaturas fundamentales obligatorias y optativas, específicamente concebidas para sostener la formación integral del Bioquímico, ha exigido un considerable esfuerzo docente y económico por parte de la institución. El pasaje de la carrera en 1991 del ámbito de Rectorado (donde se inició como carrera cruzada, con el ingreso habilitado desde otras ofertas universitarias de grado, Plan 1989) a la Facultad de Ciencias, requirió por su parte de un esfuerzo de adaptación, que entre otros aspectos involucró la aprobación de un nuevo Plan de Estudios en 1992 cuyo objetivo principal se centró en garantizar la capacitación del estudiante en los aspectos fundamentales de la investigación bioquímica. En 1993 se concreta la apertura del ingreso a estudiantes provenientes de la Enseñanza Secundaria, hecho que trae aparejado un importante aumento de matrícula. En esta segunda etapa de la carrera, por distintos motivos (esencialmente de índole presupuestal) la Facultad de Ciencias se vio además obligada a tomar a su cargo la responsabilidad directa del dictado de algunas tareas docentes que antes eran aportadas por otras instituciones universitarias.

Así los primeros diez años de funcionamiento de esta propuesta de formación de grado estuvieron centrados en el establecimiento de una oferta sólida a nivel básico en el área Bioquímica, que permitió preparar hasta el momento a casi 100 investigadores y técnicos esencialmente capacitados para desempeñarse en forma inmediata en el sector de la investigación básica y sus aplicaciones, y continuar estudios de posgrado. No obstante el reconocimiento obtenido en cuanto a la competencia y solidez con que se desempeñan estos profesionales en los ámbitos en donde se han incorporado, un aspecto aún pendiente de implementación es el relativo a la puesta en marcha de las distintas orientaciones previstas para la formación del Bioquímico (bioingeniería; biotecnología; industrias bioquímica, microbiológica y alimentaria; diagnóstico de laboratorio para salud; medio ambiente) de acuerdo a lo establecido en el documento fundacional de la carrera, aprobado por el CDC el 23/5/88. Este aspecto (que solamente se logró llevar a la práctica en un número contado de experiencias en las que a través del relacionamiento con sectores extrauniversitarios se realizaron trabajos finales de carrera en plantas de producción e instituciones de servicios) intenta ser plasmado en la presente propuesta de nuevo Plan de Estudios, junto con el mantenimiento de los logros previamente alcanzados en cuanto a la formación fundamental del Licenciado en Bioquímica como profesional científico en esa área.

## RESUMEN DEL ESTADO ACTUAL DEL PLAN DE ESTUDIOS

De acuerdo con el Plan de Estudios 1992 vigente, la Licenciatura en Bioquímica está integrada por 25 asignaturas obligatorias, 2-3 asignaturas optativas y 2 Trabajos Especiales (trabajos finales de graduación). La carga horaria total de la Licenciatura corresponde a 3120 horas, distribuidas de la siguiente manera:

- asignaturas obligatorias: 2610 horas
- asignaturas optativas: 140 horas
- Trabajos Finales de graduación (Trabajos Especiales): 370 horas.

El 17 de marzo de 1999 se llevó a cabo en Facultad de Ciencias un Foro de Evaluación de Planes de Estudio de grado, en el que entre otras conclusiones se diagnosticó la existencia de problemas tales como una excesiva rigidez en la planificación curricular, la ausencia de perfiles de los egresados claramente definidos y dificultades de inserción laboral.

En cuanto al primer punto, el Plan '92 fue concebido como un sistema rígido de asignaturas (solamente un 16% del total de horas corresponde a actividades a elección del estudiante) que no contempla las orientaciones inicialmente propuestas para la carrera en Bioquímica en los documentos fundacionales. Su flexibilización aportaría, tanto a la Facultad de Ciencias, como a la Universidad en su conjunto, importantes ventajas:

- a. Permitiría acompasar la actualización de los contenidos curriculares esenciales a la rápida evolución del conocimiento;
- b. Facilitaría la adaptación de los contenidos de la carrera a las necesidades cambiantes de un medio laboral en permanente evolución, sin perder la meta principal de brindar una formación científica sólida en esta área del conocimiento.
- c. Favorecería el pasaje horizontal de los estudiantes entre diferentes carreras y aumentaría en cantidad y calidad la oferta de asignaturas obligatorias, optativas y electivas, al poder el estudiante elegir integrar en su curriculum asignaturas dictadas en diferentes Servicios de la Universidad de la República que conduzcan a obtener los requisitos mínimos de contenidos establecidos para obtener la titulación.

En cuanto a la inserción de los egresados, en los 7 años transcurridos desde que se otorgara el primer título de Licenciado en Bioquímica se han notado señales alentadoras, especialmente en el contexto del ámbito académico. La salida laboral hacia el medio extra universitario ha sido por su parte relativamente escasa hasta el momento y generalmente sin reconocimiento profesional (ya sea éste de orden jerárquico o económico). No obstante ello, gradualmente se están logrando algunas conquistas que tienden a facilitar ese proceso, tales como la incorporación de la categoría en la reglamentación que regula la habilitación para desempeñarse en el ámbito de los Laboratorios de Análisis Clínico (Artículo 26, del Decreto del PE 241/000 del 28 de agosto de 2000, actualmente en proceso de revisión) y más recientemente la inclusión del título de Licenciado en Bioquímica en la nómina de profesiones afiliables a la Caja de Profesionales Universitarios (22/08/01). La puesta en marcha de orientaciones, pretende también contribuir en esa dirección, aspecto se intenta además complementar con la implementación de Diplomas de Especialización por orientación, de un año de duración, a realizarse con posterioridad a la obtención del título de Licenciado en Bioquímica.

## OBJETIVOS DEL NUEVO PLAN

- I. Instrumentar las orientaciones de la Licenciatura señaladas en la introducción, de forma que conduzcan al otorgamiento de un título de grado orientado, manteniendo los estándares de calidad ya alcanzados en la implementación de las opciones académicas de la carrera.
- II. Capacitar al estudiante para decidir sobre su propia formación y ya como egresado encarar la adquisición de conocimientos de manera continua.
- III. Formar profesionales capaces de trabajar en equipos multidisciplinarios.
- IV. Instrumentar un sistema de créditos que permita un tránsito ágil entre las diferentes opciones curriculares.
- V. Promover la realización de estudios de postgrado.

## PERFIL DEL EGRESADO

La Facultad de Ciencias tiene por cometido la formación de profesionales especializados en la generación, manejo y gestión del conocimiento científico y tecnológico, así como la divulgación de los varios aspectos relacionados con ellos.

En particular, la Licenciatura en Bioquímica tiene como objetivo central la preparación de profesionales de la investigación, capaces de enfrentar y resolver problemas en el área Bioquímica en sus distintas componentes fundamentales y aplicadas. La actividad del egresado podrá desarrollarse tanto en el sector académico como los sectores de producción y servicios, existiendo las siguientes orientaciones:

### a) Académica.

Los egresados de esta orientación estarán capacitados para:

- Participar en el diseño y ejecución de actividades de investigación y desarrollo en laboratorios dedicados a la generación y gestión del conocimiento relativo a problemas donde resulte esencial la consideración de procesos químicos en organismos vivos, su regulación y su función biológica, a través de aproximaciones básicas, con especial énfasis en aspectos fisicoquímicos, bioquímicos y moleculares.
- Realizar estudios de postgrado académico en el área Bioquímica y afines (Biología básica y Química biológica).

### b) Diagnóstico de Laboratorio en Salud Humana

Los egresados de esta orientación estarán capacitados para

- Desarrollar y manejar técnicas de diagnóstico para su empleo en el ámbito del Laboratorio Clínico.
- Proseguir su preparación en esta área mediante su posterior inserción en la Carrera de Bioquímico Clínico de la Facultad de Química, según resuelto por el CDC al momento de la creación de la carrera de Bioquímico Clínico, e insertarse en el medio laboral.

### **c) Biotecnología**

Sus egresados estarán capacitados para:

- Participar en tareas de desarrollo, perfeccionamiento y difusión del uso de procedimientos y productos de aplicación industrial o de servicios, que conlleven la protección medio ambiental y que colaboren con el desarrollo biotecnológico del país.
- A partir de su formación básica sólida insertarse fácilmente en el medio laboral, así como en estudios de postgrado existentes en esta área.

### **d) Bioquímica Vegetal**

Sus egresados estarán capacitados para

- participar en el desarrollo, perfeccionamiento y difusión del uso de productos de aplicación agronómica, así como en el empleo de técnicas de diagnóstico de laboratorio en salud vegetal.
- A partir de su formación básica sólida insertarse fácilmente en el medio laboral, así como en estudios de postgrado existentes en esta área.

### **e) Bioquímica Alimentaria**

Sus egresados estarán capacitados para

- Colaborar en el desarrollo y perfeccionamiento de productos de aplicación alimentaria y llevar a cabo el análisis del impacto nutricional, económico y ambiental del uso de productos químicos incorporados durante la elaboración de alimentos (vitaminas, conservantes, etc.).
- A partir de su formación básica sólida insertarse fácilmente en el medio laboral, así como en estudios de postgrado existentes en esta área.

### **f) Bioquímica Ambiental.**

Sus egresados estarán capacitados para:

- Realizar estudios de laboratorio dirigidos a determinar el impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente y su repercusión sobre el resto de los integrantes de la biomasa. Participar en el desarrollo y puesta en marcha de nuevas tecnologías para el análisis, identificación y caracterización de desechos tóxicos y su deposición. Colaborar en el diseño y promoción de la puesta en marcha de políticas ambientales.
- A partir de su formación básica sólida, insertarse fácilmente en el medio laboral, así como en estudios de postgrado existentes en esta área.

## **REQUISITOS DE INGRESO**

- Bachillerato Diversificado, orientación Biológica
- Bachillerato Diversificado, orientación Científica
- Profesorado en Ciencias Biológicas del IPA

## ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS

Tomando en consideración todo lo anteriormente expuesto, en el nuevo Plan de Estudios se mantiene la cantidad de horas mínimas globales en 3100 horas de actividad distribuidas en 4 años de estudios, estimándose que la adquisición de conocimientos básicos ha de centrarse en los primeros años de la Licenciatura, no debiendo significar mucho más del 60% de la carga horaria total, dejando el 40% de la mismas para el aprendizaje de los conocimientos específicos de cada una de las distintas orientaciones implementadas.

Es necesario estructurar los cursos a lo largo de la licenciatura sobre la base de un sistema de previas de contenidos que tome en consideración una secuencia adecuada para el correcto aprendizaje, sin entorpecer innecesariamente el avance en la carrera. La relación de previas de contenido ha de ser, necesariamente, más rígida en los primeros años de estudios, volviéndose más flexible a medida que se avanza en la formación del estudiante.

La correcta implementación de un programa con mayor flexibilidad requiere de la existencia de instancias de seguimiento y evaluación de asignaturas y módulos, integradas por estudiantes y docentes. En este sentido se propone la creación de nuevas estructuras académicas (*Comisiones de Área, Comisión Coordinadora Docente ampliada, etc.*) cuya integración y ámbito de competencia se describen en la sección de definiciones que acompaña este documento.

Paralelamente, para concretar en los hechos la flexibilización planteada y lograr la instrumentación de las distintas orientaciones, resulta imperioso aumentar la oferta de asignaturas optativas disponibles para la Licenciatura en Bioquímica. Esta instancia de reestructura del Plan de Estudio debe estar asociada con la instrumentación de un mayor número de cursos de profundización y actualización, que la Facultad de Ciencias debe ofrecer al medio en general y a sus egresados en particular, reforzando así las tareas de extensión y asesoramiento.

El nuevo plan de estudios se organizará por **áreas temáticas del conocimiento**. Cada área estará conformada por una o más **asignaturas**. Cada asignatura puede estar a su vez integrada por más de un **módulo**. El peso relativo de cada una de estas áreas y sus respectivas componentes en la formación integral del Licenciado en Bioquímica estará dado por un número de **créditos**, quedando

### Definiciones:

**Área temática:** Conjunto de asignaturas nucleadas en grandes áreas del conocimiento, que aportando un enfoque multidisciplinario, por conveniencia didáctica deben ser dictadas de manera coordinada. Tendrá asignado un número mínimo de créditos. El contenido de las asignaturas correspondientes a cada área se pautará a partir de lo dispuesto por la Comisión de Área respectiva.

**Comisión de Área (CA):** integrada por los responsables académicos de cada una de las **asignaturas** que integran el área temática. Coordinará las actividades de las distintas asignaturas del área, estableciendo los vínculos necesarios con las restantes áreas del conocimiento. Tendrá a su cargo el ajuste de los contenidos y alcances de las asignaturas y módulos que la integran. Cada Comisión de Área nombrará un Coordinador entre sus integrantes, el cual será responsable del relacionamiento con la Comisión Coordinadora Docente y otras estructuras centrales de la administración tales como la Bedelía, la Comisión de Laboratorios Prácticos, etc.

**Asignatura:** Unidad de enseñanza, en la que se imparte un conjunto sistematizado de conocimientos afines, acompañado de un proceso de evaluación del aprovechamiento realizado por el estudiante. El conjunto de asignaturas a través de las que se brindarán los conocimientos mínimos indispensables establecidos para cada una de las 6 áreas previstas en el Plan de Estudios será determinado por la CA respectiva. Existirán **asignaturas optativas** (elegibles de un menú ofrecido por la CA) y **asignaturas electivas** (propuestas por el estudiante para completar los créditos totales previstos para obtener el título). Las asignaturas optativas y electivas se agrupan en tres categorías: **grupo I** (asignaturas del área Humanística); **grupo II** (asignaturas optativas del área Biológica: Fisiología Animal, Vegetal y Humana); **grupo III** (asignaturas del área de orientación Bioquímica).

**Módulo:** Unidad temática dentro de una asignatura con evaluación independiente.

establecido en el presente Plan de Estudios el número mínimo de créditos por área que todo estudiante deberá cumplir para obtener la titulación independientemente de la orientación elegida. Las asignaturas podrán tener requisitos de dependencia en contenidos. La planificación curricular específica de cada estudiante será elaborada sobre una base personal, contando con el asesoramiento por parte de un **tutor de orientación**, quien apoyará al estudiante en sus elecciones a partir del momento en que la oferta de asignaturas existentes permita ofrecer un grado de elección significativo. En concreto, frente a la oferta actual de asignaturas se plantea que esta instancia tenga lugar a partir del tercer año de estudios formales.

**Carga horaria:** El número máximo de horas de clase que el alumno podrá cursar por semana será fijado por la Comisión Coordinadora Docente Ampliada, no pudiendo superar en ningún caso las 40 horas semanales.

La Licenciatura en Bioquímica estará integrada por **6 áreas temáticas, a saber: Físico-Matemática, Humanística, Química, Biológica, Bioquímica y un Área de Orientación en Bioquímica** (a través de la cual se dará cuerpo a cada una de las 6 opciones inicialmente planteadas para el perfil del egresado). Cada una de estas áreas estará conformada a su vez por una serie de asignaturas y módulos cuyos alcances y contenidos serán coordinados y evaluados por la Comisión de Área correspondiente y aprobados por la Comisión Coordinadora Docente Ampliada a todos los Coordinadores de Área. El estudiante podrá optar por seguir uno o más módulos dentro de una asignatura cuando a juicio del tutor de orientación o de la Comisión de Área respectiva se considere adecuado desde el punto de vista formativo.

A continuación se presenta un agrupamiento posible de los contenidos temáticos mínimos que actualmente son brindados a través de las asignaturas que conforman el Plan '92 de la Licenciatura en Bioquímica, los cuales deberán ser discutidos y definitivamente ajustados por las Comisiones de Área, destacándose que sería deseable la incorporación del mayor número posible de asignaturas optativas y con un importante grado de especialización.

La Comisión Coordinadora Docente recomienda asimismo que exista dentro de cada área temática un equilibrio entre el número de horas de clases teóricas y prácticas (la equivalencia se logra con una relación de 4 créditos teóricos/3 créditos prácticos); la preservación de este equilibrio entre actividades teóricas y prácticas ya presente en el Plan '92 debe ser uno de los objetivos del nuevo Plan de Estudios.

Finalmente debe notarse que la suma de horas/créditos mínimos asignados a cada una de las 6 áreas previstas en el presente Plan de Estudios resulta inferior al número total de horas/créditos requeridos para obtener la titulación. De esta forma se pretende dotar al Plan de la flexibilidad necesaria para que el estudiante pueda incorporar al mismo nuevas asignaturas de su interés que le permitan dar un mejor sostén al proceso de formación requerido para lograr adquirir el perfil de egresado correspondiente a la orientación elegida.

### **Definiciones (continuación):**

**Tutor de orientación:** docente de Grado 3 o superior designado por la Comisión de Área de orientación, al cual se asignarán estudiantes al momento en que éstos concreten su inscripción a una asignatura optativa del grupo II. Asesorará al estudiante en la elaboración de su planificación curricular para los tramos orientados del mismo. Se reunirá por lo menos una vez al año con los coordinadores de área para actualizarse en los cambios de su orientación correspondiente. La Comisión de área de orientación ofrecerá apoyo y seguimiento a la labor de estos tutores de orientación.

**Comisión Coordinadora Docente ampliada (CCDA):** estará integrada por los miembros de la Comisión Coordinadora Docente de la Licenciatura en Bioquímica más los Coordinadores de cada una de las Áreas Temáticas. Tendrá a su cargo la coordinación académica de la Licenciatura en su conjunto. Las reuniones de esta Comisión deberán ser al menos semestrales.

**Crédito:** es la unidad de medida de la dedicación exigida al alumno en las distintas actividades previstas en el Plan de Estudios. Se asignarán 2 créditos por cada 15 horas de clase teórica; 1,5 créditos por cada 15 horas de clase práctica y de seminarios. Para los trabajos de campo, las pasantías supervisadas, internados, lecturas programadas y actividades equivalentes se contará 1 crédito cada 15 horas de actividad.

## **CONTENIDOS MINIMOS DE CONOCIMIENTOS CORRESPONDIENTES A LAS ÁREAS TEMÁTICAS DEL PLAN 2002.**

### **Área Físico-Matemática**

*Créditos mínimos: 35 teóricos-25 prácticos*

*(Horas mínimas: 260 teórico-250 práctico)*

Esta área tendrá como objetivo fundamental presentar al estudiante conceptos fundamentales y herramientas de la Física y la Matemática necesarias para lograr un adecuado desempeño en los cursos posteriores de la carrera y complementar su formación científica.

- Integrará conocimientos de Matemática y Estadística tales como: Álgebra lineal; Cálculo Diferencial; Cálculo integral; Cálculo numérico; Estadística; Tratamiento de datos aplicados al área bioquímica, etc.
- Incluirá además aspectos fundamentales de la Física tales como Mecánica; Termodinámica. Electromagnetismo. Ondas. Física atómica. Óptica.
- Incluirá también temas dirigidos a contribuir al entendimiento de los problemas biológicos desde el punto de vista físico: Termodinámica, Biofísica Molecular. Biofísica Celular. Biofísica de las Estructuras Orgánicas.

*Ejemplos de asignaturas actualmente ofrecidas por Facultad de Ciencias que brindan contenidos en estas área y permiten obtener ampliamente los créditos mínimos establecidos para la misma son: Matemática I, Matemática II, Bioestadística, Física I, Física II, Laboratorio de Física I; Laboratorio de Física II y Biofísica.*

### **Área Humanística (Optativa/electiva del grupo I)**

*Créditos mínimos: 6 teóricos*

*(Horas mínimas: 45 teóricas).*

La inclusión de asignaturas de perfil humanístico es un requisito general establecido por la Facultad de Ciencias para todas sus carreras de grado. A través de ello se pretende que el estudiante tome contacto con aspectos epistemológicos e históricos en los que se encuadra la evolución de las ideas científicas, acercándolo a la reflexión sobre aspectos éticos, legales, y sociales asociados al ejercicio de la investigación científica en general, y de la profesión de Bioquímico en particular.

*Ejemplos de asignaturas entre las que al presente el estudiante puede optar para cumplir con este requisito son: Ciencia y Desarrollo (F.Ciencias); Evolución de las ideas científicas (F.Ciencias); Bioética (F.Ciencias) e Historia y Filosofía de la Ciencia (Fac. Humanidades).*

### **Área Química**

*Créditos mínimos: 40 teóricos-30 prácticos*

*(Horas mínimas: 300 teórico-300 práctico).*

Tendrá como objetivo la formación del estudiante en el conocimiento de las teorías y conceptos químicos fundamentales, y en el uso adecuado de la terminología y técnicas químicas requeridas como sostén para el trabajo habitual del bioquímico.

- Deberá aportar al alumno una aproximación general que le permita el manejo fluido de los siguientes aspectos de la Química: estequiometría; estructura atómica y periodicidad; forma molecular y enlace químico; Química nuclear; metales de transición y su importancia en las reacciones bioquímicas.

- Preparará al estudiante para desenvolverse en el laboratorio de análisis, capacitándolo en el uso crítico de diferentes técnicas clásicas de análisis químico cuali/cuantitativo. Incluirá formación teórico-práctica sobre métodos volumétricos y gravimétricos de análisis; análisis instrumental; técnicas espectrofotométricas cuantitativas; técnicas de separación y toma de muestra.
- Brindará al estudiante la formación teórica y experimental adecuada para la comprensión de los fundamentos de las propiedades y de los mecanismos de reacción de los compuestos orgánicos. Incluirá entre otros los siguientes temas: concepto de estructura y reactividad de las moléculas orgánicas; formación de enlaces carbono-carbono; propiedades de grupos funcionales.
- Contribuirá a la formación teórica y experimental del estudiante en temas de fisicoquímica clásica y moderna. Incluirá el tratamiento de las aplicaciones químicas de la termodinámica clásica; teoría de soluciones y fenómenos de transferencia de materia; fundamentos de cinética química y enzimática. Presentará las principales teorías y modelos empleados para entender y predecir computacionalmente la estructura y propiedades microscópicas de moléculas y la conexión con las propiedades macroscópicas a través de la Termodinámica Estadística. Presentará los fundamentos de la Espectroscopia Molecular (Microondas, Raman, IR, UV-Visible, NMR y EPR), la Electroquímica y la cinética electroquímica.
- Acercará al estudiante al estudio de las características y propiedades de las moléculas biológicas. Incluirá los siguientes temas: propiedades de las proteínas que afectan su solubilidad y migración en un campo eléctrico. Técnicas espectroscópicas y fotométricas para la caracterización de moléculas. Difracción de rayos X. Dicroísmo circular. Cromatografía. Electroforesis. Técnicas inmunoquímicas.

*Ejemplos de asignaturas actualmente ofrecidas por Facultad de Ciencias que brindan contenidos en esta área de conocimiento y permiten obtener ampliamente los créditos mínimos establecidos para la misma son: Química General, Química Analítica, Química Orgánica I, Química Orgánica II, Fisicoquímica I, Fisicoquímica II, Fisicoquímica Biológica.*

### **Área Biológica (incluye optativas del grupo II)**

*Créditos mínimos: 35 teóricos-25 prácticos  
(Horas mínimas 260 teórico-250 práctico)*

En estrecha relación con el área bioquímica, aportará al estudiante los conocimientos requeridos para contextualizar adecuadamente los problemas bioquímicos en el organismo vivo en el que tienen lugar (a nivel de virus, procariotas y eucariotas) y emplear las herramientas experimentales de uso habitual en Biología.

- Brindará al estudiante formación teórica y experimental en temas de Biología Celular tales como organización celular, membranas, transporte y compartimentalización; caracterización morfo-funcional de las componentes del espacio intracelular: organelos; citoesqueleto; espacio intercelular. Tratará temas como el transporte de metabolitos y la diferenciación celular.
- Presentará al estudiante temas de Genética. Incluirá las siguientes temáticas: bases y mecanismos de la herencia; niveles de complejidad genómica; genotipo y fenotipo; mutaciones y reparación; plasticidad del genoma; modificaciones estructurales y numéricas de los cromosomas. Genética evolutiva.
- Acercará al estudiante a temas de Microbiología. Incluirá las siguientes temáticas: Clasificación, morfología y citología bacteriana y de hongos; crecimiento de microorganismos; metabolismo microbiano. Acción de agentes físicos, químicos y



biológicos sobre los microorganismos. Virus. Genética microbiana. Taxonomía y nomenclatura.

- Brindará al estudiante elementos de fisiología, basados en las interrelaciones dinámicas que existen entre las células, tejidos y órganos, llegando hasta el nivel del organismo considerado en su conjunto. El tipo de organismo tomado como referencia podrá ser seleccionado por el estudiante, quien podrá por tanto optar entre Fisiología Animal, Vegetal y Humana (**optativas del grupo II**) de acuerdo a la orientación posterior que el estudiante decida recorrer hacia la titulación.

*Ejemplos de asignaturas actualmente ofrecidas por Facultad de Ciencias que brindan contenidos en esta área de conocimiento y permiten obtener ampliamente los créditos mínimos establecidos para la misma son: Introducción a la Biología; Biología Celular; Genética; Microbiología; Virología; Fisiología Animal y Fisiología Vegetal..*

### **Área Bioquímica Básica**

*Créditos mínimos: 25 teóricos-20 prácticos  
(Horas mínimas: 188 teóricas-200 prácticas).*

Brindará al estudiante un conocimiento profundo sobre los procesos químicos que se llevan a cabo en los organismos vivos, su regulación y función biológica.

- Aportará al estudiante nociones básicas sobre: estructura y metabolismo de moléculas biológicas. Presentará las bases generales de la regulación de la expresión génica. Se profundizará en estructura y ensamblaje de moléculas biológicas, enzimología, metabolismo humano, animal y vegetal, regulación e integración del metabolismo, moléculas involucradas en la transducción de señales, etc.
- Se impartirán conocimientos sobre estructura y función de las inmunoglobulinas, participación de la respuesta inmune en diferentes procesos bioquímicos, aplicación a nivel del laboratorio como herramientas útiles en el reconocimiento de macromoléculas; el estudio de desencadenantes y la regulación de la respuesta inmune. Desarrollo de vacunas.
- Incluirá el estudio de las rutas metabólicas que permiten que se sintetizen y degraden los componentes que hacen posible la perpetuación y transmisión de la información genética, y preparará al estudiante para el empleo de técnicas de uso habitual en el laboratorio de biología molecular.

*Ejemplos de asignaturas actualmente ofrecidas por Facultad de Ciencias que brindan contenidos en esta área de conocimiento y permiten obtener ampliamente los créditos mínimos establecidos para la misma son: Bioquímica I, Bioquímica II, Inmunología y Biología Molecular.*

### **Área de Orientación Bioquímica (Optativas/Electivas del Grupo III y Tesina de graduación)**

*Créditos mínimos en asignaturas de orientación: 21 teóricos-12 prácticos.  
(Horas mínimas: 160 teóricas-120 prácticas)*

*Créditos mínimos en Tesina de graduación: 12 en Investigación bibliográfica y 28 en trabajo experimental. (Horas mínimas: 90 en investigación bibliográfica-280 prácticas).*

El área de orientación estará constituida por un conjunto de asignaturas optativas/electivas seleccionadas de manera de dar sustancia al recorrido particular a seguir en el camino hacia la adquisición por parte del estudiante de uno de los 7 perfiles de egresado previstos en el presente Plan de Estudios, acompañado de una Tesina final de graduación de un año de duración global.

La Tesina o trabajo de graduación incluye dos tipos de actividades: a) la elaboración de una monografía en la que el estudiante presentará una puesta al día de la bibliografía correspondiente a un tema elegido entre los propuestos por su tutor para encuadrar su tesina. Dicha monografía será equivalente al esfuerzo de 90 horas de actividades teóricas y deberá ser presentada dentro de un plazo máximo de 6 meses a partir de la fecha de aprobación del tema por parte de la CCD, siendo acompañada de la evaluación del proceso y resultado realizada por el tutor; b) Un trabajo experimental (de al menos 280 horas de actividad de laboratorio, a desarrollarse en un período máximo de hasta 6 meses tomados a partir del momento en que el estudiante entrega su monografía) que le permita integrar al estudiante los conocimientos adquiridos en el desarrollo de la Licenciatura aplicándolos a la solución de un problema real concreto encuadrado dentro de la orientación elegida. Los resultados del trabajo experimental realizado deberán ser presentados en forma escrita, bajo el formato de reporte científico, el cual será evaluado tanto por el tutor, como por un evaluador externo al grupo de trabajo. Se propiciará la presentación oral en sesiones públicas de los resultados obtenidos por parte de los estudiantes a los efectos de favorecer el desarrollo de las habilidades de comunicación científica oral y la difusión de los temas abordados.

En cuanto a las asignaturas optativas y electivas que integran el área de orientación, las mismas dependerán de la orientación seleccionada y el proceso de su selección será sostenido por el tutor de orientación y la Comisión de Área de Orientación correspondiente.

*A continuación se adjunta a modo de ejemplo una lista de **asignaturas del grupo III** (las materias optativas actualmente disponibles para los estudiantes de la Licenciatura en Bioquímica se identifican con un asterisco; con dos asteriscos se identifican aquéllas asignaturas que se planea poner en marcha a breve término), agrupadas en base a su proximidad a cada uno de los perfiles establecidos. Se destaca la necesidad de ampliar el número de asignaturas opcionales a ofrecer al estudiante.*

#### Orientación Académica

- Análisis instrumental de moléculas biológicas\*\*
- Aplicaciones de técnicas nucleares en bioquímica\*
- Biología animal\*
- Biología del desarrollo\*
- Bioelectroquímica\*\*
- Bioinorgánica (metales de transición en bioquímica).\*\*
- Bioquímica y Técnicas de análisis de lípidos\*
- Citogenética y Evolución\*
- Curso-Taller de Química Computacional (Reactividad y Cinética)\*
- Enzimología\*
- Evolución\*
- Farmacología I y II\*
- Físicoquímica III (Cinética)\*
- Genética Humana\*
- Radioactividad Aplicada\*
- Virología\*

#### Orientación Diagnóstico en Salud Humana

- Análisis instrumental de moléculas biológicas\*
- Biología Molecular con aplicaciones clínicas\*\*
- Biología Parasitaria\*
- Inmunología con aplicaciones clínicas\*\*
- Microbiología Clínica\*
- Química Toxicológica\*
- RIA para investigación y diagnóstico\*
- Virología\* (Módulo con aplicaciones clínicas\*\*).

#### Orientación Biotecnología

- Biología Molecular Vegetal\*
- Biotecnología de polímeros\*
- Biotecnología Vegetal\*
- Tecnología de las fermentaciones y aplicaciones^\*
- Procesos biotecnológicos y aplicaciones\*
- Virología\* (Módulo con aplicaciones clínicas\*\*).

### Orientación Bioquímica Alimentaria

- Bromatología\*
- Ciencia y Tecnología de la leche\*
- Industria láctea\*
- Nutrición\*

### Orientación Bioquímica Vegetal

- Biología del Suelo\*
- Biología Molecular Vegetal\*
- Biología Vegetal\*
- Botánica\*
- Evolución\*
- Fijación Biológica del Nitrógeno\*

### Orientación Bioquímica Ambiental

- Biología del Suelo\*
- Ecología\*
- Limnología\*
- Química de la atmósfera y polución\*
- Química Toxicológica\*
- Oceanografía Biológica\*